

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**INSECTOS ASOCIADOS A ESPOROMAS DE MACROMICETOS EN
BOSQUES TEMPLADOS DEL MUNICIPIO DE ITURBIDE, NUEVO
LEÓN.**

PRESENTA:

Ing. Edwin Garza López

TESIS:

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

Linares, Nuevo León

Agosto de 2020

**INSECTOS ASOCIADOS A ESPOROMAS DE MACROMICETOS EN
BOSQUES TEMPLADOS DEL MUNICIPIO DE ITURBIDE, NUEVO LEÓN**

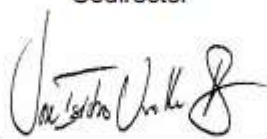
Aprobación de Tesis



Dr. Fortunato Garza Ocañas
Director



Dr. Horacio Villalón Mendoza
Codirector



Dr. José Isidro Uvalle Saucedá
Asesor



Dr. Eloy Alejandro Lozano Cavazos
Asesor Externo

Agosto, 2020

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca para realizar mis estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Facultad de Ciencias Forestales por darme la oportunidad de pertenecer al programa de Maestría en Ciencias Forestales.

Al Dr. Fortunato Garza Ocañas, asesor principal de este trabajo a quien considero mi ejemplo a seguir en el ámbito científico y de vida; su paciencia, enseñanza y vocación por la formación de nuevos recursos humanos en la micología me han llevado al inicio de esta etapa, gracias por iluminarme en este vasto universo por descubrir.

A mis demás asesores de tesis; el Dr. Horacio Villalón Mendoza, el Dr. José Isidro Uvalle Saucedo y el Dr. Eloy Alejandro Lozano; mi infinita gratitud por sus consejos, apoyo y orientación.

A los técnicos que me apoyaron en la recolección de datos para distintos fines de la investigación, Luis Daniel, Leonel y Cecilia; sin ustedes este trabajo no fuera posible.

A mis profesores dentro de la Maestría; gracias por comprometerse como lo hacen con la educación, nunca podré terminar de agradecer su transmisión de conocimiento. Ha sido un honor ser alumno suyo.

A mis compañeros de Posgrado en FCF UANL, con quienes compartí tristeza, alegrías y enormes retos.

Dedicatoria

A la vida.

Por permitirme llegar a presentar un reto tan grande como este, el cual ha venido acompañado de frustraciones, confusión y en ocasiones desesperación. Lo anterior pasando a un segundo plano para llenarse de gratitud por las oportunidades que se me presentan, ojalá en un futuro pueda seguir desarrollando cosas tan increíbles como esta.

A mis padres Omar y Antonia

Quienes representan el viento bajo mis alas, ustedes son mis cimientos para salir adelante, sus ejemplos siempre me han llevado por el mejor camino. Gracias por enseñarme que el trabajo y la determinación forman a las personas más allá de lo que ellos puedan imaginarse. Mis éxitos también son suyos.

A mi hermano Alexis

Por demostrarme que no existe barrera académica más grande que no pueda ser derribada con literatura, dedicación y entrega. Si bien nuestras especializaciones no son del todo del contexto agronómico, me demostraste que el conocimiento previo no es relevante cuando la ciencia que abrazas te llena de pasión.

A mi compañera Itzel Santes:

Que sin ser mi hermana de sangre, cruzamos grandes odiseas y compartimos muchas gratas experiencias en esta aventura. Tú me has enseñado que el no tener tiempo es una simple barrera que nos anteponemos solos, siempre puedes hacer tiempo para tus metas. Gran cariño para ti y tu familia.

A mis compañeros:

Por acompañarme en esta etapa de mi vida y por apoyarme siempre que me sentí desorientado por desconocimiento, ustedes fueron mis guías durante este trayecto. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. ANTECEDENTES	14
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. HIPÓTESIS.....	21
V. OBJETIVO GENERAL	21
5.1 OBJETIVOS PARTICULARES	21
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	22
6.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTUDIO	22
6.1.1 REVISIÓN DE LITERATURA.....	23
6.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	23
6.2.1 SUELO	25
6.2.2 CLIMA	28
6.2.3 VEGETACIÓN.....	30
6.3 TRABAJO DE CAMPO.....	31
6.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.	31
6.3.2 COLECTA DE MACROMICETOS.....	31
6.3.3 COLECTA DE INSECTOS	32
6.4 TRABAJO DE LABORATORIO	33
6.4.1 IDENTIFICACIÓN MACROMICETOS E INSECTOS.....	33
6.4.2 CONSERVACIÓN DE MACROMICETOS E INSECTOS.....	33
6.4.3 REGISTRO DEL MATERIAL.....	34
6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
6.5.1 PRUEBA DE CHI-CUADRADO	35
6.5.2 PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS.....	36
6.5.3 ÍNDICE DE SØRENSEN	36
VII. RESULTADOS	38
7.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN	38
7.2 ESPECIES DE MACROMICETOS	40

7.3 RELACIÓN HONGO – INSECTOS.....	48
7.3.1 GRADO DE ASOCIACIÓN DE INSECTOS CON ESPOROMAS.....	48
7.3.4 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE MACROMICETOS E INSECTOS ASOCIADOS.....	51
7.4 DETERMINACIÓN DE VARIABLES ABIÓTICAS QUE TIENEN MAYOR RELACIÓN CON LA PRESENCIA DE MACROMICETOS EN EL BOSQUE DE ENCINO Y PINO.....	59
7.5 ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SORENSEN	70
VIII. DISCUSIÓN	72
8.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN	72
8.2 ESPECIES DE MACROMICETOS	73
8.3 RELACIÓN HONGO – INSECTOS.....	75
8.4 RELACIÓN INSECTO - VEGETACIÓN.....	75
8.5 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE MACROMICETOS E INSECTOS ASOCIADOS	76
8.6 DETERMINACIÓN DE VARIABLES ABIÓTICAS QUE TIENEN MAYOR RELACIÓN CON LA PRESENCIA DE MACROMICETOS EN EL BOSQUE DE ENCINO Y PINO.....	78
8.7 SIMILITUD DE LOS SITIOS ESTUDIADOS	80
IX. CONCLUSIONES	81
X. BIBLIOGRAFÍA.....	82

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1 Mapa de Ubicación del Estado de Nuevo León en México y del Municipio de Iturbide	23
Ilustración 2 Mapa de distribución de parcelas en el Campus Ecológico “Bosque Escuela”	24
Ilustración 3 Mapa distribución de parcelas en Ejido Puerto de Reyna, Galeana, NL.	24
Ilustración 4 Distancia entre las parcelas Bosque Escuela y Ejido Puerto de Reyna.....	25
Ilustración 5 Representación Edafologica del área de estudio Bosque Escuela Iturbide Nuevo León.	26
Ilustración 6 Representación Edafológica del área de estudio Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo León.	28
Ilustración 7 Representación de las unidades climáticas (INEGI, 2005; Köppen, 1918) del área de estudio Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo León.	29
Ilustración 8 Ejemplo la vegetacion correspondiente a pino-encino en el “Bosque Escuela UANL” de Iturbide N.L.	30
Ilustración 9 Ejemplo del establecimiento de parcela en el campus ecologico “Bosque Escuela UANL” de Iturbide NL.....	31
Ilustración 10 Ejemplar de <i>Lactarius uvidus</i> en “Bosque Escuela UANL” de Iturbide NL.....	32
Ilustración 11 Cámara de cría para insectos de algunos especímenes de <i>Russulla sp.</i>	32
Ilustración 12 Identificación de especies recolectadas y preparación para deshidratación.....	34
Ilustración 13 Especies de macromicetos encontrados.....	43
Ilustración 14 Continuación - especies de macromicetos encontrados.....	44
Ilustración 15 Continuación - especies de macromicetos encontrados.....	45
Ilustración 16 Continuación - especies de macromicetos encontrados.....	46
Ilustración 17 Continuación - especies de macromicetos encontrados.....	47
Ilustración 18 Insectos encontrados en los macromicetos observados bajo el esteroscopio.	55
Ilustración 19 Lámina de fotografías de Insectos encontrados en los esporomas en el esteroscopio	56
Ilustración 20 Lámina de fotografías de Insectos encontrados en los esporomas en el esteroscopio	57
Ilustración 21 Diagrama Alluvial de la presencia de Insectos/Acaros en los esporocarpos el grosor de las líneas es proporcional al número de pares coexistentes.....	58
Ilustración 22 Diagrama Alluvial de la comestibilidad de los Hongos y la presencia de Insectos, el grosor de las líneas es proporcional al número de pares coexistentes.....	59
Ilustración 23 Diagrama Sunbrust de los macromicetos encontrados por tipo de vegetación y sitios de recolección.	65
Ilustración 24 Especímenes de <i>Cyanoboletus sp</i> encontrados en Puerto de Reyna.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Caracterización de la vegetación del Campus Ecológico “Bosque Escuela”.....	38
Tabla 2 Caracterización de la vegetación del Ejido Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo	39
Tabla 3 Especies de hongos recolectadas en los 3 tipos de vegetación del Campus Ecologico “Bosque Escuela” y Ejido Puerto de Reyna.....	40
Tabla 4 Géneros de macromicetos con presencia de insectos en las colectas realizadas para el estudio.	48
Tabla 5 Prueba de chi-cuadrado para la relación género de macromiceto - insecto.....	50
Tabla 6 Diversidad de insectos encontrados por ecosistema.	50
Tabla 7 Pruebas estadísticas de chi-cuadrado por la variable de agrupación de ecosistema.	51
Tabla 8 Clases de insectos y ácaros encontrados en los macromicetos.....	51
Tabla 9 Apariciones de individuos dentro de los macromicetos.	52
Tabla 10 Aparición de macromicetos por tipos de vegetación Sitio 1.....	60
Tabla 11 Aparición de macromicetos por tipos de vegetación Sitio 2.....	62
Tabla 12 Similitud entre Parcelas del Sitio 1.....	70
Tabla 13 Similitud entre Parcelas del Sitio 2.....	71
Tabla 14 Similitud entre los sitios estudiados.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diversidad de macromicetos por tipo de vegetación.	66
Figura 2 Sitio 1, géneros (año 2016 y 2017) dentro del Campus Ecológico UANL “Bosque Escuela”	66
Figura 3 Temperatura y precipitación promedio del año 2016 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5"	67
Figura 4 Temperatura y precipitación promedio del año 2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5"	67
Figura 5 Radiación Global promedio comparación 2016-2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5"	68
Figura 6 Comparación de Humedad Relativa en porcentaje 2016-2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5"	68
Figura 7 Comparación de Evotranspiración de referencia y Evaporación potencial en el 2016 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5"	69
Figura 8 Comparación de Evotranspiración de referencia y Evaporación potencial en 2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5"	69

RESUMEN

En el presente estudio se comprueba la asociación de los insectos dentro de los macromicetos recolectados en el Campus ecológico “Bosque Escuela” de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Iturbide, Nuevo León. Se utilizó la prueba estadística Kurkis-Wallis para determinar el grado de asociación de los organismos. Junto con la evaluación establecida en el Campus de la UANL se estableció un sitio adicional en un bosque cercano a este en el Ejido Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo León. Se realizaron caracterizaciones de la vegetación en los sitios estudiados a manera de establecer un precedente sobre variables abióticas que afectaran la presencia de los macromicetos, las especies dominantes fueron *Juniperus fláccida*, *Quercus spp*, *Pinus pseudostrobus* para ambos sitios. De los macromicetos recolectados se identificaron 75 especies distribuidas dentro de 36 familias y 58 géneros. La familia Tricholomateace fue la más abundante con 14 especies repartidas en 9 géneros. Sobre los insectos, 44 fueron identificados dentro de los macromicetos distribuidos en los órdenes Coleoptera, Himenoptera, Lepidoptera y Collembola. Para la relación de las variables abióticas que tuvieron relación con la aparición de los macromicetos se realizó un análisis de las variables climáticas presentadas en la estación meteorológica Altavista del INIFAP, determinando que las precipitaciones presentadas en el año 2016 fueron muy favorables para la fructificación de los macromicetos.

ABSTRACT

The present study test the association of insects inside macromycetes collected in the ecological campus “Bosque Escuela” of the Universidad Autonoma de Nuevo León in Iturbide, Nuevo Leon. Kurskall – Wallis statistic test was used to establish the association level of the organisms. At the same time with this evaluation in the ecological campus of the UANL an additional site was established on a near forest in Ejido Puerto de Reyna, Galena, Nuevo León. Vegetation characterization was made on the studied sites in a way to make a precedent over the abiotic variables that affect the presence of the macromycetes. The dominant species were *Juniperus flaccida*, *Quercus* spp, *Pinus pseudoestrobis* for both sites. 75 fungus species were identified distributed on 36 families and 58 genera. Tricholomateace family was the most abundant with 14 species distributed in 9 genera. In regard of the insects 44 were identified inside the macromycetes distributed in the orders Coleoptera, Himenoptera, Lepidoptera and Collembola. Fort the relation of abiotic variable that had an intevention on the presence of macromycetes an analysis of climatic variables was made of the Altavista metolorologic station of INIFAP determining that the precipitation that occur on 2016 were very favorable for the fructification of the fungus.

I. INTRODUCCIÓN

Cada forma de vida, por pequeña que sea, es única. Del respeto a todas ellas depende el equilibrio de la Tierra. (Hongos de La Tierra Declaración de Córdoba, 2007).

Los hongos en México se empezaron a estudiar desde los inicios de la Colonia en el siglo XVI, pero la primera publicación científica fue la de Kunth (1823) quien estudio los pocos hongos que fueron recolectados por los exploradores Alexander Humboldt y Aimé Bonpland en el país, entre 1803 y 1804. En la actualidad se siguen descubriendo nuevos géneros y especies de estos organismos que son relativamente poco estudiados en comparación a otras ramas de las ciencias biológicas.

Los hongos siendo organismos tan complejos los cuales “aparentemente” se presentan inmóviles, (puesto entre comillas porque el crecimiento del micelio y de las fructificaciones ciertamente muestran movimiento) en comparación con la fauna de los distintos ecosistemas en donde se encuentran cuentan con distintas estrategias para ocupar distintos nichos en el medio. La propagación de los hongos es tan sorprendente, que si uno suma todos los esporomas producidos en un solo acre de suelo de bosque, el total de número de esporas es literalmente astronómico, tan incomprensible como el número de estrellas en el universo (Maser et al., 2008).

Existen distintos métodos de dispersión de esporas, uno de ellos es la concentración de esporas en las excretas de los animales que se alimentan de trufas siendo un método ventajoso para formar nuevas micorrizas con árboles (Maser et al., 2008). La micofagia ha desempeñado un papel fundamental en la evolución de los sistemas reproductivos y mecanismos de dispersión de los hongos hipogeos y epigeos. (Castillo-Guevara et al., 2012). Los micófagos preferenciales incluyen a aquellos organismos que normalmente consumen hongos en un grado mayor que todos los otros tipos de alimento disponible. Otros como los micófagos casuales u oportunistas incluyen a las especies que consumen trufas cuando buscan otros objetos de alimento o alternativamente consumen trufas cuando las fuentes del alimento preferido están temporalmente no disponibles (Maser et al., 2008).

En el caso específico de los insectos podemos apreciar simbiosis, de manera que la aparición de los hongos en los bosques no solo figura como un refugio o fuente de alimento oportunista, sino que lo llevan a una relación aún más íntima;

Se pudiera decir que los organismos trabajan para la supervivencia mutua en asociación, por definición el mutualismo involucra el beneficio de ambos compañeros en la asociación. El beneficio primario del hongo es probablemente la dispersión segura (aparte de la dispersión por el viento) de las esporas, y su inoculación en nuevos hábitats adecuados para su crecimiento.

Como ejemplo los túneles de algunas especies de escarabajos ayudan a una rápida penetración del micelio, una vez establecidos, los hongos se benefician de las actividades de los escarabajos. Estos organismos se ayudan en maneras que son pobremente entendidas para mantener la dominancia del hongo ambrosia en las galerías, así como a impedir o prevenir el crecimiento de otros hongos (Beaver, 1989). Hasta ahora se conoce que los escarabajos se alimentan en el mismo hongo cual sea el huésped que está atacando. Aunque la asociación simbiótica permite menor especificidad de huésped.

Otra evidencia es la relación que comparte un hongo con un insecto de gran interés forestal es el caso de *Dendroctonus frontalis*, con el cual se ha demostrado que la ausencia del hongo simbionte resulta en una sobrevivencia disminuida en las crías y en un mayor tiempo de desarrollo (Barras, 1972). Así podemos visualizar de manera no muy profunda como estas interacciones son tan amplias, complejas y específicas para determinadas especies, por lo cual se necesario estudiarlas más a fondo para intentar comprender como son sus relaciones y no desviar el valor de importancia que la relación de los insectos con los hongos tiene en el ambiente forestal.

II. ANTECEDENTES

La diversidad biológica terrestre de México comprende una gran variedad de paisajes y comunidades vegetales que cubren el territorio del país (Challenger & Soberón, 2008). En Nuevo León existen diferentes tipos de vegetación donde destacan los bosques de pino, encino y pino-encino (Vargas, 1999). En las regiones semiáridas, como el noreste de México, la composición florística y la estructura de la vegetación están fuertemente determinadas por el contenido de humedad del suelo disponible para desarrollo de las plantas (Reid et al., 1990). Los bosques naturales templados que cubren parte importante de las zonas semi-secas y templadas del norte de México han sido afectados por acciones antropogénicas de diversas índoles. Algunas actividades del bosque como aclareos, fuego natural y prescrito, pastoreo y recreación pueden cambiar el carácter del suelo forestal y la comunidad de hongos (Quiñónez-Martínez et al., 2013). En la Sierra Madre Oriental del noreste de México, el pastoreo es la principal actividad económica; sin embargo, las cargas animales sobrepasan normalmente la recomendada por agencias gubernamentales (de los Ríos-Carrasco et al., 2008). Los bosques templados del estado de Nuevo León se encuentran en un estado de transición importante pues su edad promedio no sobrepasa los 60 años y por consiguiente se encuentran en estado juvenil, por debajo del turno técnico. (Návar-Cháidez, 2010). Se reconoce la importancia de los bosques como un medio para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), causantes del cambio climático, en particular el bióxido de carbono (CO_2). Así para contrarrestar las múltiples GEI, instituciones nacionales y organizaciones desarrollan planes para preservar áreas naturales, mejorar el manejo forestal y establecer plantaciones que propicien el almacenamiento de carbono por periodos prolongados. (Aguirre-Calderón & Jiménez-Pérez, 2011), De esta manera los bosques tienen un papel importante no sólo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad, sino que adquieren importancia mundial por su reconocimiento como productores de biomasa y almacenes en los sistemas contables de los ciclos de carbono (Dauber et al., 1992).

Algunos hongos presentan el carácter de simbiote con la formación de ectomicorrizas, las cuales se presentan normalmente en los bosques templados de la Sierra Madre Oriental y estas se asocian con especies de importancia forestal, en Nuevo León se han realizado estudios en los que se describen los hongos ectomicorrizicos asociados a diferentes comunidades vegetales, como lo son *Quercus*, *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga*, *Cupressus*, *Juniperus* y *Taxus* (Garza, 1986). Las micorrizas resultan de la asociación mutualista entre las raíces de las plantas y hongos del suelo, en la que ambos participantes obtienen beneficios. Esta relación es una regla en la naturaleza, ya que todas las plantas vasculares las presentan, a excepción de las familias *Cruciferae* y *Chaenopodiaceae*. Los hongos micorrizicos son un grupo heterogéneo que abarca más del 90% de todas las especies de plantas (Bonfante & Genre, 2010). En esta relación, las células del hongo forman una red alrededor de la raíz, lo que facilita a la planta la captación de nutrimentos del suelo como fósforo, nitrógeno, cobre, zinc y azufre (Harley, 1989). A su vez, la planta le proporciona al hongo los productos de la fotosíntesis y un medio que lo protege de las comunidades de microorganismos del suelo como bacterias, hongos y actinomicetos que rodean a la raíz (Miller et al., 1986). De acuerdo con la localización de las hifas con respecto a las células de la raíz de las plantas, las micorrizas se clasifican en ectomicorrizas y endomicorrizas. Las hifas de las ectomicorrizas forman un manto alrededor de las raíces sin penetrar las células. En las endomicorrizas el hongo crece dentro de las células corticales de la raíz y forma estructuras características (Currah et al., 1987). Recientemente se han señalado las vías por las cuales las plantas y los hongos, junto con nuevos transportadores de nutrientes, los cuales revelaron algunos de los procesos celulares que se encuentran bajo simbiosis. Este conocimiento se ha vuelto disponible para su uso en prácticas agrícolas (Bonfante & Genre, 2010).

En si, los hongos poseen distintas estrategias de dispersión con las cuales se propagan en nuevas áreas dentro de los ecosistemas (Dighton, 2003). Alrededor de 40 a 60 millones de años antes del inicio de la agricultura humana, tres linajes de insectos: termitas, hormigas y escarabajos, independientemente evolucionaron la habilidad para cultivar hongos como alimento. Como los humanos, los insectos cultivadores se volvieron dependientes de las cosechas que cultivaban para alimentarse y desarrollaron sociedades con actividades repartidas, las cuales cooperaban en empresas agrícolas gigantescas. La vida agrícola

ultimadamente permitió que todos estos insectos cultivadores se elevaran a un mayor rango de importancia ecológica. De hecho, las termitas cultivadoras del viejo mundo y las del nuevo mundo, así como los escarabajos, no son solo los jugadores dominantes de los ecosistemas naturales, también lo son en la agricultura, la actividad forestal y dentro de los hogares como plagas (Mueller & Gerardo, 2002). Incluso como evidencia más antigua de las relaciones hongo-insecto el Instituto de Geología y Paleontología de Nanjing, China, descubrió especímenes de hongos con una edad mayor a los 99 millones de años preservados en ámbar, estos hongos venían acompañados de escarabajos con adaptaciones en su mandíbula indicando un hábito de consumo de hongos hace miles de años (Johnston, 2017).

Algunos de los hongos e insectos establecen una relación muy especial de la cual no se tiene conocimiento certero de cómo funciona, ejemplo de esto son las hormigas que mantienen su monocultivo libre de hongos contaminantes. Removiendo físicamente los contaminantes y plantando gran cantidad de inoculante del hongo simbiótico en el nuevo sustrato puede ser la manera en que este colonice rápidamente, las hormigas obreras deben ayudar su habilidad competitiva. Aunque puede ser probable que los hongos produzcan algunos antibióticos por sí mismos (Hervey & Nair, 1979). Los jardines de hongos de las hormigas están continuamente sujetos a la contaminación por esporas con un amplio rango de competidores que son traídos en los sustratos de los materiales colectados por los recolectores. Si las hormigas son removidas, los jardines de hongos serían abrumados rápidamente por las germinaciones de las esporas contaminantes. Otro de estos ejemplos es el hongo mutualista *Attamyces bromatificus*, el cual nunca se ha encontrado fuera de los nidos de las hormigas corta hojas y difícilmente produce esporocarpos, las hormigas dependen completamente del mismo, ya que ellas han evolucionado un comportamiento especialista para la transmisión del hongo a nuevas colonias. Estas son normalmente fundadas por una sola reina que sin ayuda excava una cámara en el suelo después de su vuelo de apareamiento. Pronto la reina es encontrada estableciendo un pequeño jardín de hongo el cual fertiliza frecuentemente con sus propias excretas líquidas mientras que cría a las primeras obreras. Cuando estas emergen empiezan a cortar y a preparar hojas como sustrato (Ihering, 1898).

Otro ejemplo son los escarabajos ambrosia, los cuales son polífagos y se reproducen en un amplio rango de árboles huésped; la mayoría de los escarabajos descortezadores están mucho más restringidos en su rango de huésped. Una razón importante para esto es que los hongos en los cuales los escarabajos ambrosia se alimentan son polífagos. Sin embargo, este no necesariamente lo causa, debido a que el escarabajo selecciona al huésped (Beaver, 1979). No solo se encuentran relacionados de manera que el hongo se establece solo como alimento para la supervivencia del organismo, si no que el inicio de la reproducción depende en el alimento particularmente rico en aminoácidos proveídos por los simbiontes. De esta forma la maduración de los ovarios de los escarabajos se ha vuelto simbio-dependiente en lugar de depender de esperma. (en muchos escarabajos Scolytinae de ambrosia, el hermanamiento ocurre antes que los adultos emerjan del sistema de galerías en el cual se desarrollaron) (Bridges & Norris, 1977). Sin embargo, este no necesariamente lo causa, debido a que el escarabajo selecciona al huésped (Beaver, 1979).

Las estrategias de micofagia que presentan los hongos en conjunto con los animales (Maser et al., 1988), no solo la ingesta del esporocarpo permite la movilidad del hongo, sino que los factores abióticos también presentan un rol importante en la dispersión; como ejemplo las esporas de los *Mesophellia* son extremadamente hidrofóbicas, por lo que el impacto de las gotas de lluvia que golpea la masa de esporas desechada causará que estas vuelen hacia el aire. Otras esporas se adhieren de las patas, el pecho peludo y los bigotes mientras manipulan la trufa. Estas se desprenden mientras el animal se mueve a través del bosque o se limpia el mismo (Maser et al., 2008). Relativamente pocas especies de mamíferos alrededor del mundo obtienen todos o casi todos sus requerimientos nutricionales de los hongos, y por consiguiente son considerados micófagos obligados. La micofagia obligada representa ya sea la coevolución del hongo consumido o una adaptación tan fuerte como una virtual coevolución. En el caso de los mamíferos, tales micófagos requieren hábitats en que los cuerpos fructuosos estén disponibles a lo largo del año o si el clima oscila la producción de cuerpos fructuosos por un periodo corto, una fuente alternativa de alimento está disponible como suplemento (Maser et al., 2008).

La distribución de las distintas especies en el mundo establece una relación entre la vegetación y las variables abióticas donde se localiza. En modelos estadísticos se ha determinado que la cobertura de vegetación en la superficie de Norte América y Eurasia durante el verano provoca descenso en la temperatura (Kaufmann et al., 2003). De la misma manera las condiciones climáticas son de alta importancia para algunos tipos de hongos degradadores de la madera que permiten el funcionamiento correcto de los ecosistemas forestales. La abundancia diversidad y composición de los hongos depende en gran medida de la disposición de recursos disponibles para los hongos que habitan en restos maderables gruesos, en cambio las especies de hongos que se desarrollan en restos maderables finos dependen en gran medida del microclima (Bässler et al., 2010). La mayoría de los macromicetos producen cuerpos fructíferos durante el otoño, pero algunos se han adaptado a fructificar en primavera, se ha encontrado que existe una correlación en las condiciones climáticas de un año y la fructificación del siguiente, indicando que el micelio que se encuentra bajo el suelo es influenciado por las condiciones climáticas por un periodo más largo antes de fructificar. El calentamiento global ha guiado progresivamente a una fructificación temprana durante la primavera en países europeos por la última mitad del siglo (Kausrud et al., 2010). En una escala global, la intensidad de la colonización de las raíces de las plantas por parte de los hongos micorrizicos arbusculares se ha mostrado una fuerte relación a las temperaturas de las temporadas cálidas, periodos de congelación y la proporción de carbono y nitrógeno en el suelo, los cuales son mayores en sitios que presentan climas continentales con veranos medios y alta disposición de nitrógeno en el suelo. En contraste las ectomicorrizas está relacionada a la acidez del suelo, la proporción carbono nitrógeno y la temporalidad de las precipitaciones, estas micorrizas son más abundantes en sitios con suelos ácidos y niveles de precipitación relativamente constantes (Soudzilovskaia et al., 2015). Otra evidencia de cómo las condiciones climáticas afectan la aparición de los macromicetos es el caso de *Auricularia auricula-judae* especie que ha cambiado su rango de huéspedes en el Reino Unido por los últimos 67 años. A través de ese tiempo la especie ha mostrado una fenología alterada con apariciones tempranas de los cuerpos fructíferos y periodos de fructificación más largos, consistente con una respuesta en las tendencias de calentamiento observadas en el clima. El cambio de la temperatura y los regímenes de lluvia causan diferentes proporciones de germinación, la velocidad de crecimiento y la habilidad

combativa de una especie respecto a otra, puede haber resultado en que *A. auricula-judae* obtuviera la habilidad de colonizar un rango de especies más amplio (Gange et al., 2011).

Las variaciones climáticas también afectan a las poblaciones de insectos presentes en los bosques, en el caso de *D. frontalis* un aumento o un descenso de la temperatura mínima anual, podría aminorar las actuales limitaciones climáticas en la distribución al norte del continente de esta especie con fuerte afectación forestal (Ungerer et al., 1999). Hofstetter, Dempsey, Klepzig, & Ayres, (2007) mencionan que la variabilidad en la respuesta de hongos simbioses de *D. frontalis* sugiere una flexibilidad en la tolerancia de temperaturas, incrementos en la temperatura promedio, guían a la reducción de la riqueza de la comunidad y a la predominancia de pocas especies.

III. JUSTIFICACIÓN

La falta de conocimiento en las asociaciones de insectos con los esporomas de los hongos dan pauta a distintas líneas de investigación que se pueden derivar del presente estudio, al refutar la profundidad de una relación ecológica que posteriormente permitiría desarrollar algún plan de manejo en el bosque contemplando individuos que puedan beneficiar la salud del ecosistema, que dispongan de la materia orgánica o que sirva para comprender que al no tener uno de los individuos el otro no pueda establecerse adecuadamente en el sitio.

Los hongos producen metabolitos secundarios que tienen distintos potenciales en la industria desde el aprovechamiento de enzimas para el tratamiento de aguas residuales hasta el aprovechamiento de compuestos volátiles para la exterminación de plagas residenciales. Los hongos como descomponedores por excelencia se juegan el rol de la generación de suelo, lo que permite el establecimiento de especies vegetales quienes a su vez atraerán a la fauna y la fauna a través de la micofagia o el simple roce de los esporomas funcionara como dispersores de los hongos para de nuevo entrar a este ciclo. Sin los hongos los ecosistemas no pudieran establecerse. (Stamets, 2005)

IV. HIPÓTESIS

Existe una asociación de interacción entre la presencia de esporomas con los insectos de los bosques de encino y pino del municipio de Iturbide en el estado de Nuevo León.

V. OBJETIVO GENERAL

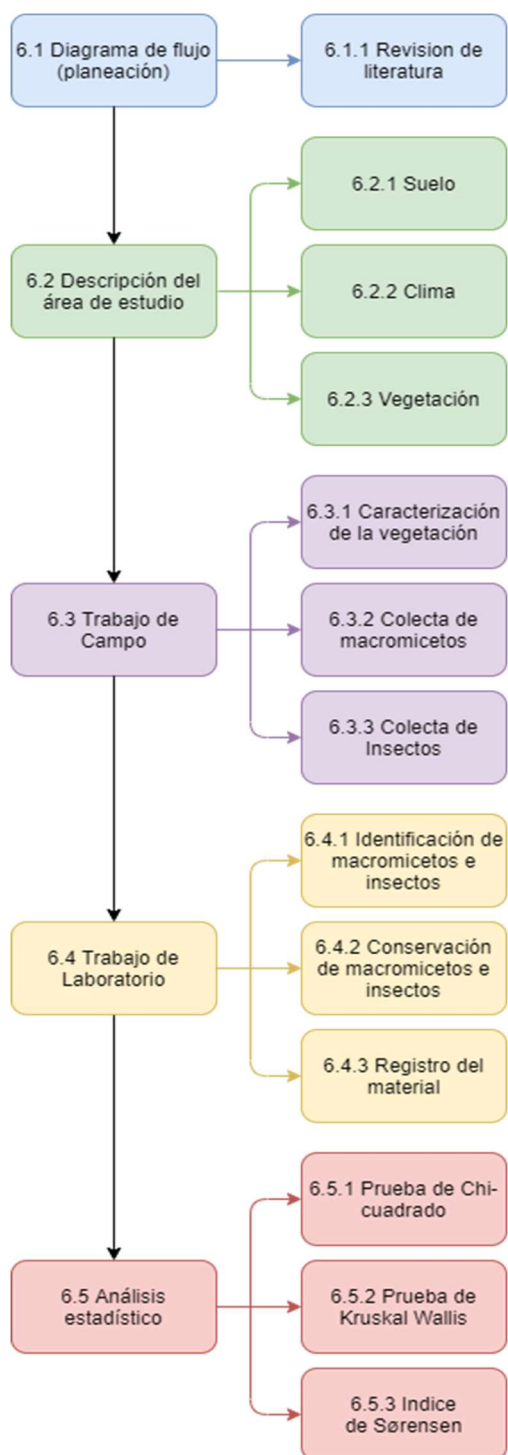
Determinar el grado de asociación entre los esporomas de los macromicetos con algunas especies de insectos del municipio de Iturbide en el estado de Nuevo León.

5.1 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Caracterización de la vegetación en los sitios de colecta.
2. Identificación de las especies de macromicetos y las especies de insectos asociados a estos.
3. Determinar las variables abióticas que tienen mayor relación con la presencia de macromicetos en el bosque de encino y pino.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Diagrama de flujo del estudio



6.1.1 Revisión de literatura

Para la realización del presente estudio se consultaron diversas fuentes de información ambas científicas y publicas de gobierno. El desglose de las consultas se encuentra anexado en la bibliografía del presente documento.

6.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó al sur del estado de Nuevo León en el municipio de Iturbide, la altitud del municipio oscila en una altura entre los 700 y 3,000 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2009). Dentro de este municipio se encuentra el Campus Ecológico Iturbide de la Universidad Autónoma de Nuevo León, mejor conocido como “Bosque Escuela”. Adicionalmente a las parcelas dentro del Campus se tomaron datos de 3 parcelas establecidas en el Ejido Puerto de Reyna a 11.5 kilómetros de distancia adyacentes al municipio de Iturbide, donde se encuentra un despliegue de cerros con condiciones muy similares a las del Bosque Escuela con el fin de establecer una comparación entre los sitios.



Ilustración 1 Mapa de ubicación del estado de Nuevo León en México y del municipio de Iturbide.

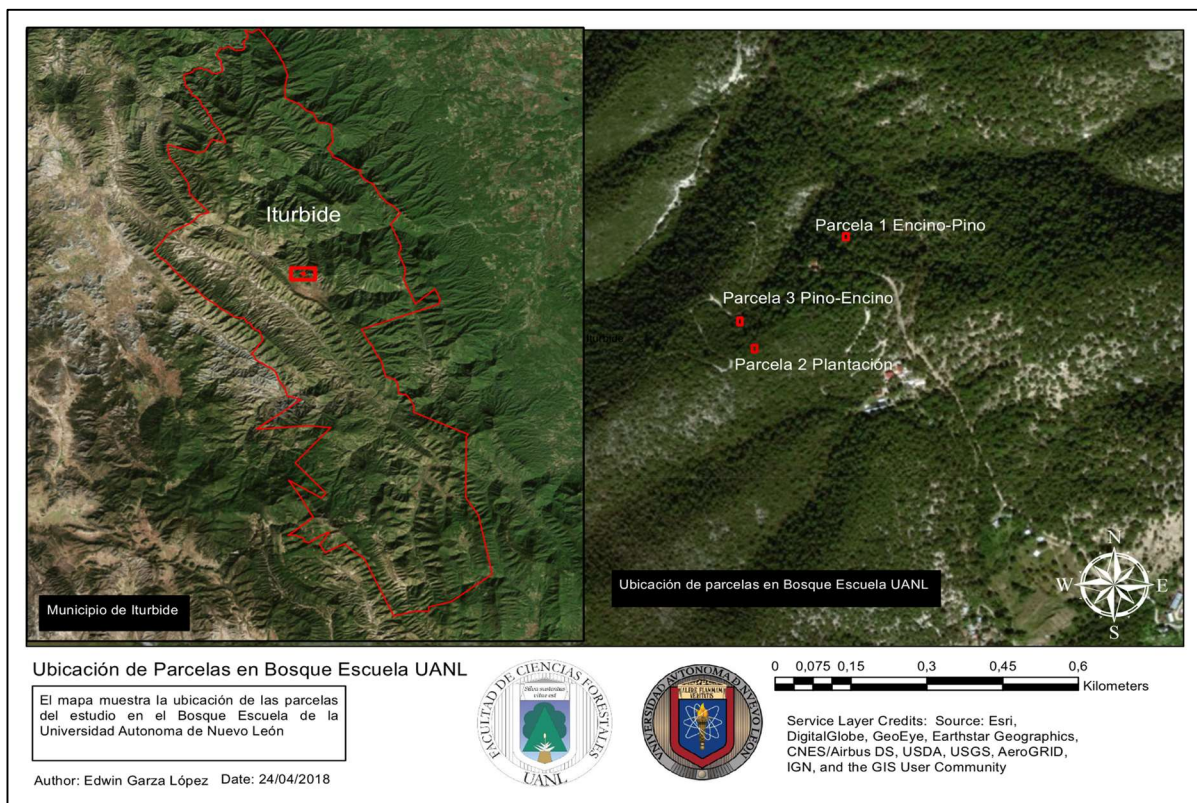


Ilustración 2 Mapa de distribución de parcelas en el Campus Ecológico “Bosque Escuela”.

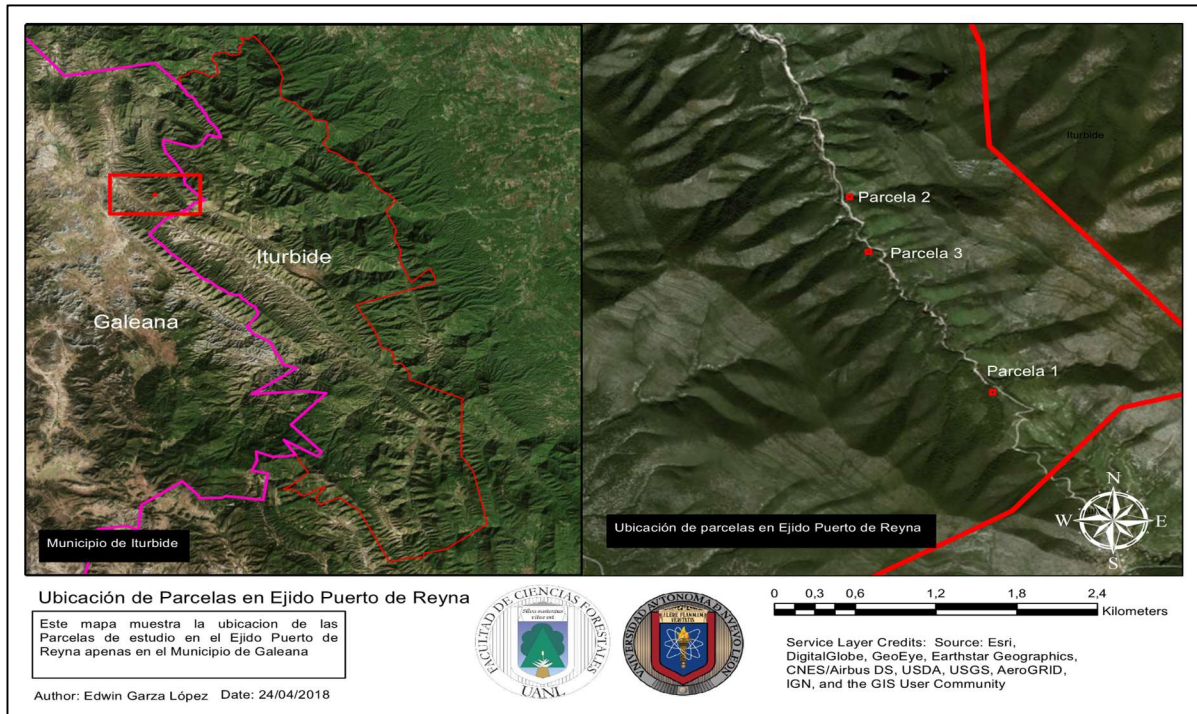


Ilustración 3 Mapa distribución de parcelas en Ejido Puerto de Reyna, Galeana, N.L.

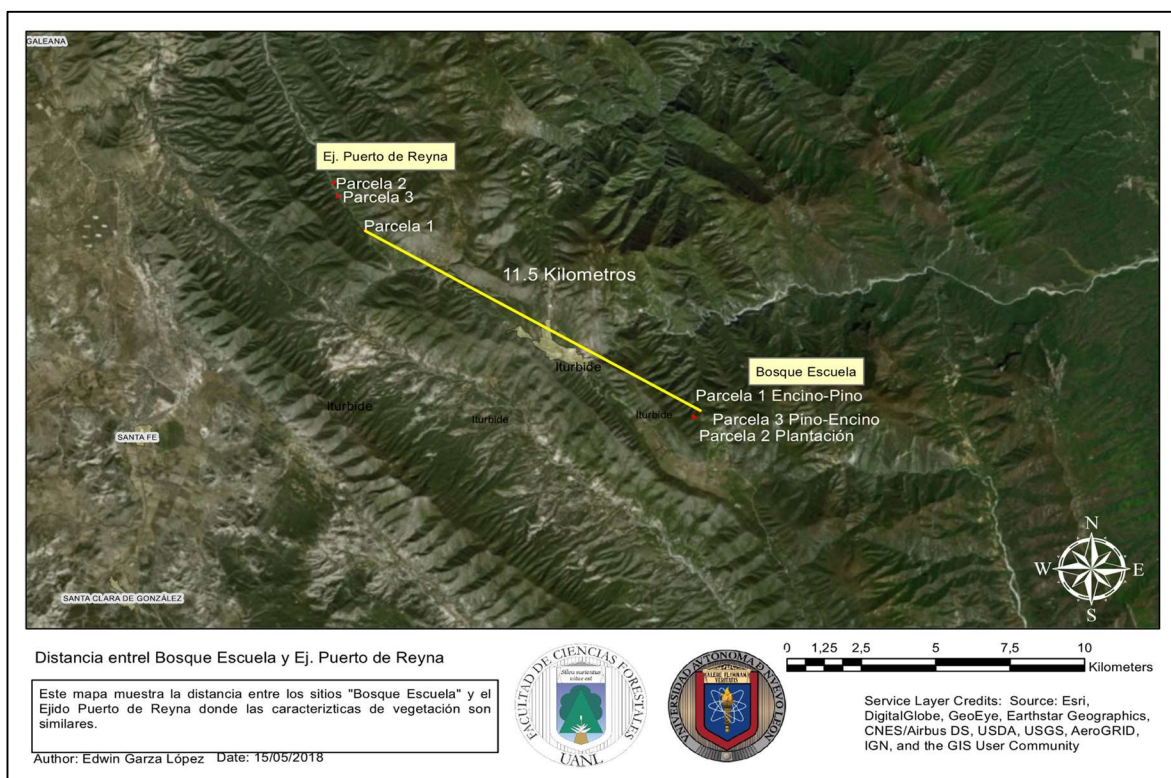


Ilustración 4 Distancia entre las parcelas Bosque Escuela y Ejido Puerto de Reyna.

6.2.1 Suelo

Dentro del municipio de Itrubide los suelos dominantes son: Leptosol (95.5%), Calcisol (2.8%) y Kastañozem (1.7%). En cuanto a la geología se refiere se encuentran rocas de tipo sedimentarias: Caliza (49%), caliza-lutita (36%), lutita (10%), conglomerado (2.8%), yeso (1%) y arenisca-conglomerado (0.2%) (INEGI, 2009). El total del área del proyecto está dominado por los suelos de la Tabla 1.

Para el municipio de Galeana, Nuevo León los suelos domiantnes son: Leptosol (38.8%), Calcisol (26.6%), Phaeozem (10.5%), Gypsisol (8.3%), Kastañozem (6.5%), Solonchak (4.5%), Regosol (2.6%), Luvisol (1.6%), Chernozem (0.5%) y No aplicable (0.1%). La zona donde se encuentran ubicadas las parcelas corresponde a los representados en la Tabla 2

Tabla 1 Dominancia de suelos del área de estudio "Bosque Escuela".

Suelo	Características
Leptosol esquelético réndzico	Suelo delgado de espesor reducido cuenta 40% o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la

	superficie del suelo con un móllico que contiene o está inmediatamente encima de un material con más de un 40% de carbonato cálcico equivalente.
Leptosol esquelético lítico	Suelo delgado de espesor reducido cuenta con 40% o más (en volumen) de gravas y otros fragmentos gruesos en una profundidad promedio de 100 cm de la superficie con roca dura continua dentro de 10 cm desde la superficie del suelo.
Luvisol húmico epiléptico	Suelo con lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda, con alto contenido en carbono orgánico (más del 1% a una profundidad de 25 cm desde la capa del suelo) con presencia de roca entre los 25 y 50 cm.

(García Navarro, 2001b, 2001c; INEGI, 2014; IUUS Working Group WRB, 2015).

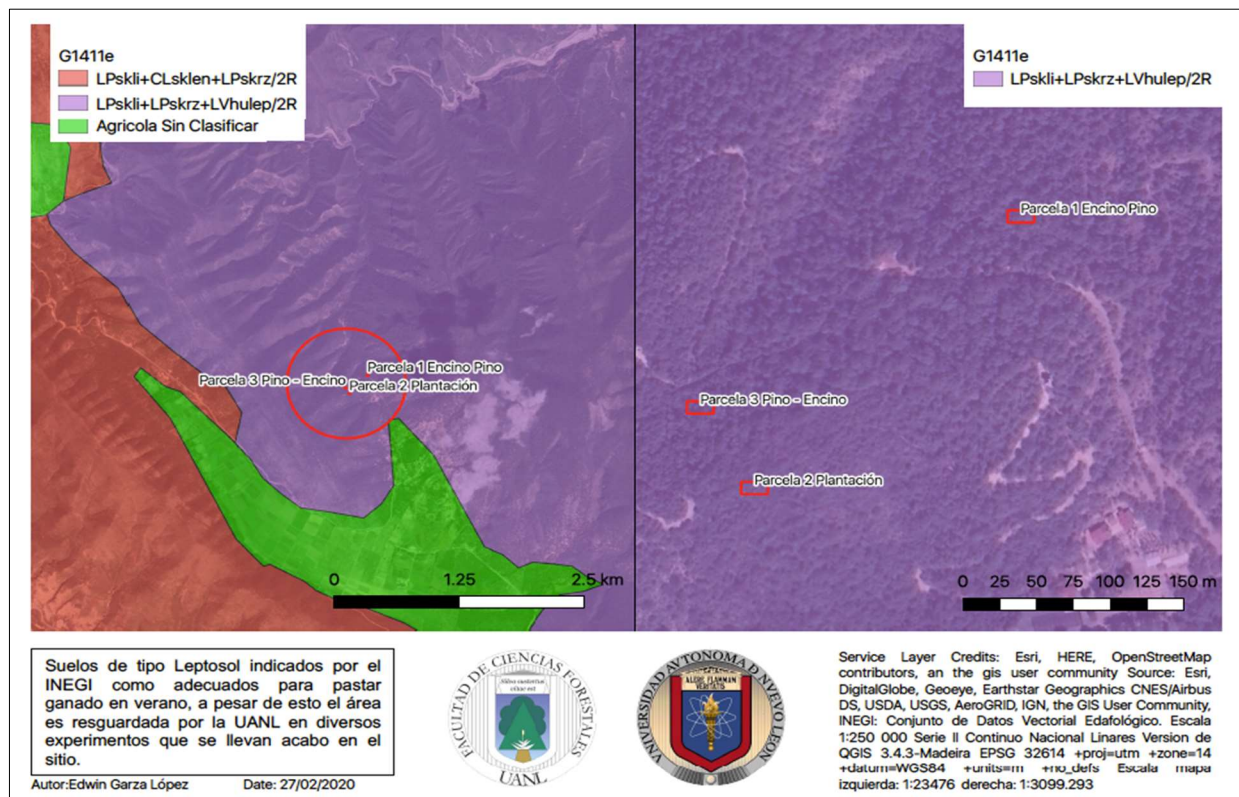


Ilustración 5 Representación Edafológica del área de estudio Bosque Escuela Iturbide, Nuevo León.

Tabla 2 Dominancia de suelos del área de estudio “Puerto de Reyna”.

Suelo	Características
Leptosol esquelético réndzico	Suelo delgado de espesor reducido cuenta 40% o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo con un móllico que contiene o está inmediatamente encima de un material con más de un 40% de carbonato cálcico equivalente.
Leptosol esquelético lítico	Suelo delgado de espesor reducido cuenta con 40% o más (en volumen) de gravas y otros fragmentos gruesos en una profundidad promedio de 100 cm de la superficie con roca dura continua dentro de 10 cm desde la superficie del suelo.
Calcisol esquelético epiléptico	Suelo con acumulación de caliza secundaria, con 40% o más (en volumen) de gravas y otros fragmentos gruesos, presenta roca continua y dura entre 25 y 50 cm desde la superficie del suelo.
*Calcisol esquelético endoléptico (solo en parcela 1)	Suelo con acumulación de caliza secundaria, con 40% o más (en volumen) de gravas y otros fragmentos gruesos, presenta roca continua y dura entre 50 y 100 cm desde la superficie del suelo.

(García Navarro, 2001a, 2001b; INEGI, 2014; IUUS Working Group WRB, 2015).

*La parcela 1 del sitio Puerto de Reyna se encuentra dividida en 2 zonas edafológicas.

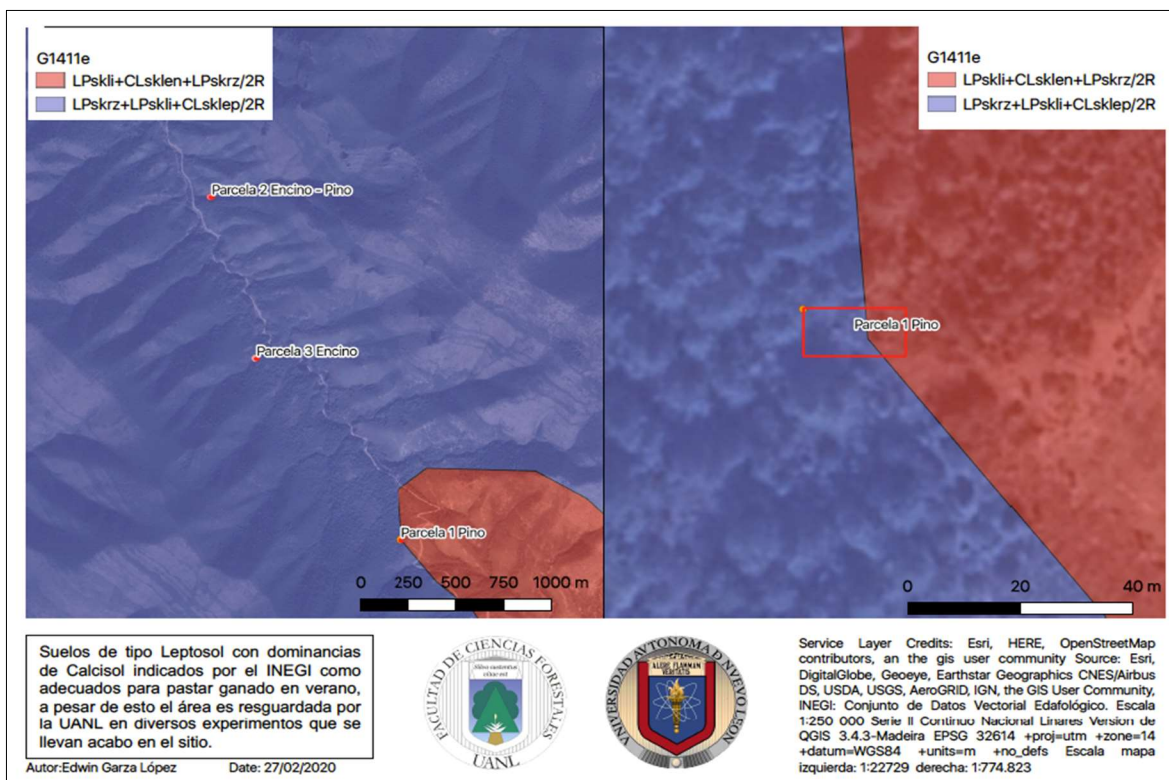


Ilustración 6 Representación Edafológica del área de estudio Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo León.

6.2.2 Clima

Iturbide, Nuevo León mantiene un rango de temperatura de 12 – 22°C su rango de precipitación es de los 500 a los 800 mm y el clima se divide en: Semiseco semicálido (54%), Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (34%), Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (11%) y Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (1%) mientras que para el municipio de Galeana las temperaturas descienden aún más hasta los 8-22°C, el rango de precipitación ronda los 200 a los 800 mm y el clima se distribuye en: Seco templado (34%), Semiseco templado (28%), Templado húmedo con lluvias escasas todo el año (15%) Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (10%), Seco semicálido (5%) Semiseco semicálido (4%), Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (3%), Semifrío subhúmedo con lluvias escasas todo el año (0.5%) y Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.5%) (INEGI, 2009).

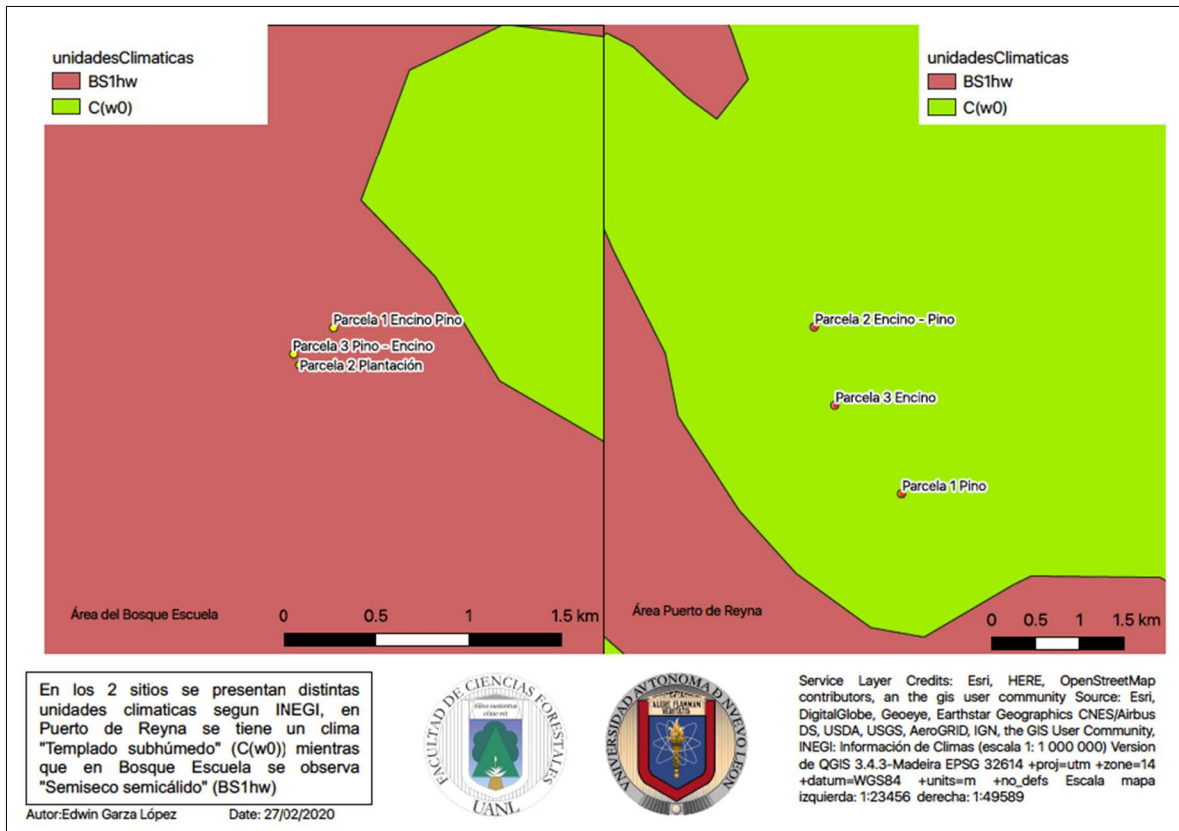


Ilustración 7 Representación de las unidades climáticas (INEGI, 2005; Köppen, 1918) del área de estudio Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo León.

En específico, las unidades climáticas de los dos sitios son representadas por el (INEGI, 2005) como Templado subhúmedo para las parcelas establecidas en Puerto de Reyna y Semiseco semicálido para el Bosque Escuela.

6.2.3 Vegetación

Los tipos de vegetación de que se encuentran en Iturbide son bosque (67%), matorral (28%) y pastizal (1%). El porcentaje perteneciente a bosque está integrado por bosques de encino, bosques mixto de encino y pino y bosque de pinos, solo el 4% del territorio del municipio está destinado al uso de suelo agrícola, mientras que en el municipio de Galeana la mayor parte del territorio se encuentra matorral (55%), bosque (23%), pastizal (6%) y agricultura (15%) (INEGI, 2009).



Ilustración 8 Ejemplo la vegetación correspondiente a pino-encino en el “Bosque Escuela UANL” de Iturbide, N.L.

6.3 TRABAJO DE CAMPO

6.3.1 Caracterización de la vegetación.

El muestreo se llevó a cabo en 2 sitios con 3 tipos de vegetación: bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino. En estos sitios se establecieron 3 parcelas de 10m x 15m (150m²) (Repetto Giavelli, 2012) con el fin de describir la vegetación, se registró la cobertura, dominancia y frecuencia con la que aparecían las especies vegetales.



Ilustración 9 Ejemplo del establecimiento de parcela en el campus ecológico “Bosque Escuela UANL” de Iturbide, N.L.

6.3.2 Colecta de macromicetos.

Se realizaron colectas durante los años 2016 y 2017 buscando obtener las especies que tienen su fructificación en diferentes condiciones y época. Las colectas se realizaron durante la temporada de lluvias. En cada transecto se colectó todo el material fúngico, conservándolo en bolsas de papel con una etiqueta de identificación, mencionando el transecto, el número de hongo y el área a la que pertenece. Los especímenes colectados se deshidrataron y se etiquetaron para su posterior identificación.



Ilustración 10 Ejemplar de *Lactarius uvidus* en “Bosque Escuela UANL” de Iturbide, N.L.

6.3.3 Colecta de insectos.

Los insectos se colectaron de cada esporoma al que se asocia transportándolos al laboratorio para su posterior procesamiento. Algunos de los hongos con insectos en estado larval se colocaron en recipientes plásticos cerrados con la tapa entreabierta con la intención de que las larvas completaran su desarrollo e identificarlos taxonómicamente.



Ilustración 11 Cámara de cría para insectos de algunos especímenes de *Russula sp.*

6.4 TRABAJO DE LABORATORIO

Para dar un orden a las actividades el trabajo de laboratorio se dividió en 3 actividades:

- La identificación de los macromicetos recolectados en campo.
- Procesamiento para la conservación de los macromicetos e insectos.
- Registro en la base de datos de los especímenes procesados para posterior análisis.

6.4.1 Identificación macromicetos e insectos.

Para la identificación de los macromicetos se utilizaron diversas guías de identificación (Singer & Guzman, 1978), (Ostry N.A.; O'Brien, J.G., 2010), (Fergus & Fergus, 2003) así como consultas de sitios web como www.mycobank.org (*Mycobank database*, n.d.) y www.indexfungorum.org (*Index Fungorum*, n.d.).

6.4.2 Conservación de macromicetos e insectos.

En el laboratorio se identificaron las especies del material fúngico previamente recolectado, a manera de mantener los especímenes de hongos, para posterior consulta se deshidrataron con una secadora (Qiuxin (Florence) Wu, Barbara M. Thiers, 2004).



Ilustración 12 Identificación de especies recolectadas y preparación para deshidratación.

La identificación de los insectos se realizó con fotografías de los especímenes en una cámara montada al estereoscopio y se procesaron las imágenes para poder obtener imágenes de alta resolución que permitieran observar su morfología. Los insectos se colectaban de los esporomas para después colocarlos en contenedores con alcohol al 70% para preservarlos como menciona Márquez Luna, (2005).

6.4.3 Registro del material.

Posterior al procesamiento se estableció una base de datos de los nombres de los hongos, coordenadas de aparición, entomofauna encontrada en los macromicetos, sitio de colecta, hábito y vegetación asociada.

6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para la realización del análisis estadístico entre los macromicetos y los insectos que se presentaron, se realizó análisis de correspondencia simple, buscando la dependencia estadística de los insectos con los macromicetos. Se aglomeraron los datos recolectados en bases de datos para poder procesarlas en distintos paquetes estadísticos determinando los indicadores apropiados al análisis de biodiversidad, así como de las variables abióticas seleccionadas que puedan tener relación directa con la aparición de los macromicetos de los sitios seleccionados. Los datos se procesaron bajo el software estadístico SPSS (IBM Corp., 2016).

6.5.1 Prueba de chi-cuadrado

Se eligió a prueba de chi- cuadrado para determinar la asociación de manera estadística de los macromicetos con la presencia de insectos. La prueba de Chi-cuadrado la cual se desarrolla con variables cualitativas, (presencia, ausencia). Así mismo los resultados observados en una investigación con un conjunto de resultados teóricos, bajo el supuesto que las variables fueran independientes. La diferencia entre los resultados observados y esperados se resume en el valor que adopta el estadístico X^2 , el cual tiene asociado un valor-p, por debajo del cual se acepta o rechaza la hipótesis de independencia de las variables (Cerdeira & Villarroel Del P., 2007).

La fórmula de la prueba X^2 :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right)$$

Donde:

X^2 = Chi cuadrada

\sum = Sumatoria de eventos

O = Eventos observados

E = Eventos esperados

6.5.2 Prueba de Kruskal Wallis.

Se eligió la prueba de Kruskal Wallis para agrupar los diferentes tipos de vegetación (Bosque de Encino/Pino, Bosque de Pino/Encino, Plantación de Pino), ya que se trata de una extensión de la prueba de Mann-Whitney para más de dos grupos. La prueba de Kruskal-Wallis es adecuada cuando los datos tienen un orden natural, es decir, cuando para darles sentido tienen que estar ordenados o bien cuando no se satisfacen las condiciones para poder aplicar un análisis de varianza.

Esta prueba evalúa si las sumas de rangos difieren una de otra tanto, que resulte no razonable considerar que provienen de muestras que fueron seleccionadas al azar de la misma población (Rodrigo, 2016).

$$K = (N - 1) \frac{\sum_{i=1}^g n_i (\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2}$$

Donde:

- n_i es el número de observaciones en el grupo i
- r_{ij} es el rango (entre todas las observaciones) de la observación j en el grupo i
- N es el número total de observaciones entre todos los grupos

6.5.3 Índice de Sørensen.

La fórmula original de Sørensen estaba destinada a ser aplicada a datos de presencia/ausencia, y se define de la siguiente forma:

$$QS = \frac{2C}{A + B} = \frac{2 | A \cap B |}{| A | + | B |}$$

Donde:

- QS es el cociente de similitud y varia de 0 a 1

- A y B son el número de especies en las muestras A y B
- C es el número de especies compartidas por las dos muestras

Esta expresión se extiende fácilmente a la abundancia en lugar de la presencia / ausencia de especies (Sørensen, 1948).

VII. RESULTADOS

7.1 Caracterización de la vegetación.

En lo que respecta a la caracterización del bosque Escuela se encontró una presencia muy alta de *Juniperus flaccida*, en las 3 parcelas establecidas con un índice de valor de importancia del 19.9% seguido de *Pinus pseudostrobus* (15.5%) y de *Quercus spp*, (16.1%). Las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Juniperus flaccida*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus canbyi*, *Quercus polymorpha*, *Astragalus hypoleucus*, *Croton incanus*, *Arbutus xalapensis*, indicando la condición del bosque.

Tabla 3 Caracterización de la vegetación del Campus Ecológico “Bosque Escuela”.

Especies	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI al 100%
<i>Juniperus flaccida</i>	18.6	6.8	34.2	19.9
<i>Pinus pseudostrobus</i>	13.4	6.8	26.3	15.5
<i>Quercus canbyi</i>	18.4	6.8	6.5	10.6
<i>Quercus polymorpha</i>	5.9	6.8	3.6	5.5
<i>Astragalus hypoleucus</i>	6.3	6.8	2.0	5.0
<i>Croton incanus</i>	3.7	6.8	0.8	3.8
<i>Arbutus xalapensis</i>	2.8	6.8	1.3	3.6
<i>Vachellia farnesiana</i>	4.5	4.5	6.4	5.1
<i>Pistacia mexicana</i>	4.6	4.5	3.3	4.2
<i>Bahuina forficata</i>	2.8	4.5	3.4	3.6
<i>Pinus arizonica</i>	2.4	2.3	7.5	4.1
<i>Aloysia gratissima</i>	6.1	2.3	0.5	3.0
<i>Erythrina flabelliformis</i>	2.4	2.3	1.6	2.1
<i>Vachellia rigidula</i>	2.4	2.3	0.2	1.6
<i>Passiflora affinis</i>	1.1	2.3	0.0	1.1
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.2	2.3	0.8	1.1
<i>Agave americana</i>	0.9	2.3	0.1	1.1
<i>Litsea pringlei</i>	0.2	2.3	0.8	1.1
<i>Dalea hospes.</i>	0.9	2.3	0.0	1.1
<i>Bauhinia macranthera</i>	0.7	2.3	0.1	1.0
<i>Carategus mexicana</i>	0.2	2.3	0.6	1.0
<i>Cercis canadensis</i>	0.4	2.3	0.1	0.9
<i>Rhus virens</i>	0.2	2.3	0.0	0.8

<i>Dasyilirion berlandieri</i>	0.2	2.3	0.0	0.8
<i>Agave lechugilla</i>	0.2	2.3	0.0	0.8
<i>Toxicodendron radicans</i>	0.2	2.3	0.0	0.8
<i>Smilax bona-nox</i>	0.2	2.3	0.0	0.8
	100	100	100	100

Tabla 4 Caracterización de la vegetación del Ejido Puerto de Reyna, Galeana, Nuevo

Especies	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI al 100%
<i>Bauhinia forficata</i>	50.7	8.6	2.9	20.7
<i>Quercus canbyi</i>	6.9	8.6	26.4	13.9
<i>Pinus pseudostrobus</i>	1.3	5.7	22.3	9.8
<i>Decatropis bicolor</i>	15.7	5.7	5.7	9.0
<i>Pistacia mexicana</i>	6.0	5.7	5.3	5.7
<i>Ungnadia speciosa</i>	0.4	5.7	9.0	5.1
<i>Leucaena greggii</i>	7.8	5.7	0.8	4.7
<i>Quercus fusiformis</i>	1.3	2.9	8.7	4.3
<i>Mimosa zygophylla</i>	2.6	5.7	1.9	3.4
<i>Fraxinus greggi</i>	0.3	2.9	5.9	3.0
<i>Pinus cembroides</i>	0.3	2.9	4.0	2.4
<i>Quercus polymorpha</i>	1.2	5.7	0.0	2.3
<i>Boerhavia coccinea</i>	0.6	5.7	0.1	2.1
<i>Juniperus flaccida</i>	0.3	2.9	3.3	2.1
<i>Agave americana</i>	1.7	2.9	1.5	2.0
<i>Bauhinia ramosissima</i>	0.2	2.9	1.5	1.5
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1.0	2.9	0.3	1.4
<i>Litsea novoleontis</i>	1.2	2.9	0.1	1.4
<i>Mahonia trifoliolata</i>	0.3	2.9	0.2	1.1
<i>Buddleja cordata</i>	0.1	2.9	0.1	1.0
<i>Cercis canadensis</i>	0.1	2.9	0.1	1.0
<i>Vachellia farnesiana</i>	0.1	2.9	0.0	1.0
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.1	2.9	0.0	1.0
	100	100	100	100

7.2 Especies de macromicetos.

En total se identificaron 75 especies las cuales están distribuidas dentro de 36 familias y 58 géneros. La familia Tricholomateace fue la más abundante con 14 especies repartidas en 9 géneros, seguido por Agaricaceae con 5 especies dentro de 5 géneros. En la Tabla 5 se puede observar el habito de los macromicetos recolectados durante la investigación así como la comestibilidad de los mismos.

Tabla 5 Especies de hongos recolectadas en los 3 tipos de vegetación del Campus Ecológico “Bosque Escuela” (Sitio 1) y Ejido Puerto de Reyna (Sitio 2).

Familia	Especie	Sitio 1	Sitio 2	Habito	Comestibilidad
Agaricaceae	<i>Agaricus sp.</i>	X	X	Saprobio	-
	<i>Lepiota sp</i>	X	X	Saprobio	-
	<i>Leucoagaricus rubrotinctus (Peck) Singer</i>		X	Saprobio	Desconocido
	<i>Leucocoprinus fragilissimus (Ravenel ex Berkeley & M.A. Curtis)</i>		X	Saprobio	Desconocido
	<i>Lycoperdon echinatum Pers.</i>	X		Saprobio	Comestible (Fruto Joven) (1)
Amanitaceae	<i>Amanita fulva Fr.</i>	X		Micorrícico	Comestible / fácilmente confundida
	<i>Amanita vaginata (Bull.) Lam.</i>	X		Micorrícico	Comestible sin referencia
	<i>Amanita verna (Bull.) Lam.</i>	X		Micorrícico	Toxica Mortal
	<i>Amanita virosa Bertill.</i>		X	Micorrícico	Toxica Mortal
Amylostereaceae	<i>Artomyces pyxidatus (Pers.) Jülich</i>	X		Saprobio	Comestible sin referencia
Auriscalpiaceae	<i>Auriscalpium vulgare Gray</i>	X		-	-
Boletaceae	<i>Boletus rubellus Krombh.</i>		X	Micorrícico (2)	Comestible no culinario
	<i>Cyanoboletus sp.</i>		X	-	-
	<i>Frostiella russellii (Frost) Murrill, Mimeo</i>	X		Micorrícico	Comestible
	<i>Strobilomyces floccopus (Vahl) P. Karst.</i>	X		Micorrícico	Comestible (3)
Cantharellaceae	<i>Cantharellus cibarius Fr.</i>	X	X	Micorrícico	Comestible
	<i>Cantharellus sp.</i>	X	X	Micorrícico	Comestible
Catathelasmataceae	<i>Callistosporium sp. Singer</i>	X		Saprobio	-
Coprinaceae	<i>Coprinus comatus (O.F. Müll.) Pers.</i>	X		Saprobio	Comestible
	<i>Coprinus lagopus (Fr.) Fr.</i>	X		Saprobio	No comestible
	<i>Coprinus plicatilis (Curtis) Fr.</i>		X	Saprobio	Comestible no culinario
Cortinariaceae	<i>Cortinarius phoeniceus (Bull.) R. Maire</i>	X	X	Micorrícico (4)	Toxica
Cyphellaceae	<i>Chondrostereum purpureum (Pers.)</i>	X		Parásito - Saprobio	No comestible

Dacrymycetaceae	<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schwein.) G.W. Martin	X		Saprobio	Comestible
Entolomataceae	<i>Entoloma lividum</i> (Bull.) Quél	X	X	Micorrícico	Toxica /Puede ser Mortal
Gaeastraceae	<i>Gaeastrum saccatum</i> Fr.	X		Saprobio	Sin interés culinario
Gloeophyllaceae	<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen) P. Karst.	X		Saprobio	Medicinal
Gomphidiaceae	<i>Chroogomphus vinicolor</i> (Peck) O.K. Mill.	X		Micorrícico	Comestible
Helvellaceae	<i>Helvella crispa</i> Bull.	X		Micorrícico	Comestible no recomendada
Hydnangiaceae	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	X	X	Micorrícico	Comestible no recomendada
Hygrophoraceae	<i>Hygrophorus coccinea</i>	X		Micorrícico	Comestible
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus</i> P. Karst.	X		-	-
Inocybaceae	<i>Crepidotus mollis</i>	X	X	Saprobio	No comestible
	<i>Inocybe calamistrata</i> (Fr.) Gillet	X	X	Micorrícico	Toxico (5)
Marasmiaceae	<i>Macrocystidia</i> Joss.		X	-	-
	<i>Marasmius androsaceus</i> (L.) Fr.	X	X	Saprobio	Sin interés culinario
	<i>Marasmius maximus</i> Hongo	X	X	Saprobio	Comestible
	<i>Marasmius oreades</i> (Bolton) Fr.	X		Saprobio	Comestible
Meruliaceae	<i>Merulius incarnatus</i> Schwein.	X		Saprobio	No comestible
Mycenaceae	<i>Mycena epipterygia</i> (Scop.) Gray	X	X	Saprobio	No comestible
	<i>Xeromphalina caudicinalis</i> (Fr.) Kühner & Maire	X	X	Saprobio	Sin interés culinario
Omphalotaceae	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	X	X	Saprobio	Comestible
	<i>Gymnopus fusipes</i> (Bull.) Gray	X	X	Parásito - Saprobio	Comestible
Polyporaceae	<i>Coriolus versicolor</i> (L.) Quél.	X		Saprobio	Medicinal
Paxillus	<i>Paxillus panuoides</i> (Fr.) Fr.		X	Saprobio	No comestible
Pleurotaceae	<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.) Schulzer		X	Saprobio	Comestible
Psathyrellaceae	<i>Coprinopsis</i> sp.	X		-	-
	<i>Psathyrella</i> sp.		X	-	-
Russulaceae	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	X		Micorrícico	Comestible
	<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	X	X	Micorrícico	Sin interés culinario
	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	X	X	Micorrícico	Toxico
Sarcoscyphaceae	<i>Sarcoscypha occidentalis</i> . (Schwein.) Sacc.	X		Saprobio	No comestible
Stereaceae	<i>Stereum complicatum</i> (Fr.) Fr.	X		Saprobio	No comestible
	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	X		Saprobio	No comestible
Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	X		Parásito – Saprobio	Comestible

	<i>Schizophyllum umbrinum</i> Berk.	X		Parasito – Saprobio	-
Strophariaceae	<i>Deconica coprophila</i> (Bull.) P. Karst.	X		Saprobio	Toxico
	<i>Gymnopilus aeruginosus</i> (Peck) Singer	X		Saprobio	No comestible / Psicoactivo
	<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch) Quél.	X		Saprobio	Sin interés culinario/ Posible toxico
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb.	X		Micorrícico	No comestible
Suillaceae	<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	X	X	Micorrícico	Comestible bajo preparación, posible laxante
Tricholomataceae	<i>Clitocybe alba</i> (Bataille) Singer,	X	X	Saprobio	No comestible
	<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm.	X		Saprobio	Comestible
	<i>Collybia butyracea</i> (Bull.) P. Kumm.	X		Saprobio	Comestible
	<i>Hygrocybe coccinea</i> (Schaeff.) P. Kumm.	X		Micorrícico	Comestible
	<i>Lepista sordida</i> (Schumach.) Singer		X	-	Comestible
	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	X	X	Saprobio	Comestible
	<i>Leucopaxillus albissimus</i> (Peck) Singer	X		Saprobio	No comestible
	<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Quél.) Kotl.	X		Micorrícico	No comestible
	<i>Melanoleuca</i> sp.		X	-	-
	<i>Pseudoclitocybe</i> sp.		X	-	-
	<i>Resupinatus applicatus</i> (Batsch) Gray	X		Saprobio	-
	<i>Tricholoma ustale</i> P. Kumm.	X		Micorrícico	Toxico
	<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) P. Kumm.	X		Micorrícico	Toxico
	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	X		Micorrícico	Comestible bajo preparación

1 (Hanlin, 2004) **2** (Region, 1980) **3** (Sturgeon, 2018) **4** (Marks, 2012) **5** (Flores Cavada et al., 2018).



Ilustración 13 Especies de macromicetos encontrados.

A) *Agaricus* sp. B) *Lepiota* sp C) *Leucoagaricus rubrotinctus* (Peck) Singer D) *Leucocoprinus fragilissimus* (Rav. Ex Berk. & M.A. Curtis) E) *Lycoperdon echinatum* Pers. F) *Amanita fulva* Fr. G) *Amanita vaginata* (Bull.) Lam. H) *Amanita verna* (Bull.) Lam. I) *Amanita virosa* Bertill. J) *Artomyces pyxidatus* (Pers.) Jülich K) *Boletus rubellus* Krombh. L) *Boletellus* sp. M) *Aureoboletus russellii* (Frost) Murrill, Mimeo N) *Cantharellus cibarius* Fr. O) *Cantharellus* sp.



Ilustración 14 Continuación - especies de macromicetos encontrados.

A) *Callistosporium* sp. Singer. B) *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers. C) *Coprinus lagopus* (Fr.) Fr. D) *Coprinus plicatilis* (Curtis) Fr. E) *Cortinarius phoeniceus* (Bull.) R. Maire. F) *Chondrostereum purpureum* (Pers.) G) *Dacryopinax spathularia* (Schwein.) G.W. Martin. H) *Entoloma lividum* (Bull.) Qué! I) *Geastrum saccatum* Fr.. J) *Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst. K) *Chroogomphus vinicolor* (Peck) O.K. Mill. L) *Helvella crispa* Bull.. M) *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke N) *Inonotus* P. Karst. O) *Crepidotus mollis*.



Ilustración 15 Continuación - especies de macromicetos encontrados.

A) *Macrocystidia* Joss. B) *Marasmius androsaceus* (L.) Fr. C) *Marasmius maximus* Hongo D) *Marasmius oreades* (Bolton) Fr. E) *Merulius incarnatus* Schwein. F) *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray G) *Xeromphalina caudicinalis* (Fr.) Kühner & Maire H) *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill I) *Gymnopus fusipes* (Bull.) Gray J) *Coriolus versicolor* (L.) Qué. K) *Paxillus panuoides* (Fr.) Fr. L) *Hohenbuehelia petaloides* (Bull.) Schulzer M) *Psathyrella* sp. N) *Lactarius indigo* (Schwein.) Fr. O) *Lactarius uvidus* (Fr.) Fr.



Ilustración 16 Continuación - especies de macromicetos encontrados.

A) *Russula emetica* (Schaeff.) Pers. B) *Sarcoscypha occidentalis*. C) *Stereum complicatum* (Fr.) Fr. D) *Stereum ostrea* (Blume & T. Nees) Fr. E) *Schizophyllum commune* Fr. F) *Deconica coprophila* (Bull.) P. Karst. G) *Stropharia semiglobata* (Batsch) Qué. H) *Suillus granulatus* (L.) Roussel I) *Clitocybe alba* (Bataille) Singer, J) *Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm. K) *Collybia butyracea* (Bull.) P. Kumm. L) *Hygrocybe coccinea* (Schaeff.) P. Kumm. M) *Lepista sordida* N) *Lepista nuda* (Bull.) Cooke O) *Leucopaxillus albissimus* (Peck) Singer.



Ilustración 17 Continuación - especies de macromicetos encontrados.

A) *Leucopaxillus gentianeus*. B) *Melanoleuca* sp. C) *Pseudoclitocybe* sp. D) *Resupinatus applicatus* (Batsch) Gray E) *Tricholoma ustale* P. Kumm.

7.3 Relación hongo – insectos.

7.3.1 Grado de asociación de insectos con esporomas.

Para identificar el grado de asociación entre los esporomas y los insectos recolectados durante la investigación se optó por realizar un agrupamiento de los generos de los macromicetos con la presencia o ausencia de insectos en ellos. En la Tabla 6 se pueden observar los resultados del procesamiento del software SPSS (IBM Corp., 2016) para trabajar los datos. Posteriormente en la Tabla 7 se muestran los estadísticos de Chi cuadrado para las mismas variables.

Tabla 6 Géneros de macromicetos con presencia de insectos en las colectas realizadas para el estudio.

Tabla cruzada Genero*presencia

Recuento

		presencia		Total
		Presencia	Ausencia	
Género	Agaricus	3	0	3
	Amanita	4	0	4
	Artomyces	0	1	1
	Ascomyceto	1	0	1
	Auriscalpium	1	0	1
	Callistospor	0	1	1
	Cantharellus	3	0	3
	Chondrostere	0	1	1
	Chroogomphus	0	1	1
	Clitocybe	0	2	2
	Collybia	0	1	1
	Coprinopsis	0	1	1
	Coprinus	3	0	3
	Coriolus	0	1	1
	Cortinarius	2	0	2
	Crepidotus	0	2	2
	Dacryopinax	0	1	1
	Deconica	0	1	1
	Entoloma	0	1	1

Frostiella	0	1	1
Geastrum	0	1	1
Gloeophyllum	0	1	1
Gymnopilus	2	0	2
Gymnopus	0	4	4
Gymnosporum	0	1	1
Helvella	1	0	1
Hygrocybe	0	1	1
Hygrophorus	0	1	1
Innonotus	0	1	1
Inocybe	2	0	2
Laccaria	0	2	2
Lactarius	4	0	4
Lepiota	0	1	1
Lepista	3	0	3
Leucopaxillu	2	0	2
Lycoperdon	0	1	1
Lyophillum	0	1	1
Marasmius	7	0	7
Maximus	0	1	1
Merulius	0	1	1
Mycena	9	0	9
Nematoroma	0	1	1
Omphalium	0	1	1
Psilocybe	2	0	2
Ravicornia	0	1	1
Resupinatus	0	1	1
Russula	6	0	6
Sarcoscypha	0	2	2
Schizophylli	2	0	2
Stereum	1	0	1
Strobilomyce	0	1	1
Stropharia	0	1	1
Suillus	1	0	1
Tremella	0	1	1
Tremitero	0	1	1

Tricholoma	0	3	3
Xeromphalina	0	3	3
Total	59	48	107

Tabla 7 Prueba de chi-cuadrado para la relación género de macromiceto – insecto.

Pruebas de chi-cuadrado

Prueba estadística	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	107.000 ^a	56	0.000	0.000
Razón de verosimilitud	147.201	56	0.000	0.000
Prueba exacta de Fisher	98.444			0.000
N de casos válidos	107			

a. 114 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0.45.

7.3.2 Relación de los insectos con el tipo de vegetación.

En cuanto a la asociación de los insectos con el tipo de vegetación se agruparon las variables por ecosistema donde la Tabla 8 muestra el recuento de las apariciones de insectos y la Tabla 9 los estadísticos de la relación por vegetación.

Tabla 8 Diversidad de insectos encontrados por ecosistema.

Rangos

	Ecosistema	N	Rango promedio
Insectos	Bosque Encino - Pino	16	14.28
	Plantación	6	12.42
	Bosque Pino Encino	4	12.00
	Total	26	

Tabla 9 Pruebas estadísticas de chi-cuadrado por la variable de agrupación de ecosistema.

Estadísticos de prueba^{a,b}	
Estadísticos	Insectos
Chi-cuadrado	.490
gl	2
Sig. asintótica	.783

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Ecosistema

7.3.4 Identificación de especies de macromicetos e insectos asociados.

Se identificó presencia de 44 insectos distribuidos en 6 órdenes, estos a su vez distribuidos en 8 familias identificadas. En el mismo sentido se observaron ácaros dentro de los macromicetos pertenecientes a los órdenes Orbitada y Mesostigmado, de este último se pudo identificar la familia Podocinidae. En la Tabla 10 se muestran las familias de artrópodos encontrados en las recolecciones de los macromicetos.

Tabla 10 Clases de insectos y ácaros encontrados en los macromicetos.

<i>Clase</i>	<i>Sub clase</i>	<i>Orden</i>	<i>Familia</i>
Arthropoda	Acari	Oribatida	
		Mesostigmado	Podocinidae
	Hexápoda	Coleóptera	Staphylinidae Mycetophagidae
		Hymenóptera	Formicidae
		Lepidóptera	Noctuidae
		Collembola	-
		Psocodea	Liposcelididae
		Diptera	Mycetophilidae Ceratopogonidae Muscidae

En la Tabla 11 se presenta el listado de los macromicetos con el registro de los diversos artrópodos colectados en el periodo 2016 y 2017.

Tabla 11 Apariciones de individuos dentro de los macromicetos.

Familia	Especie	Sitio 1	Sitio 2	2016	2017	2016	2017
Amanitaceae	<i>Amanita fulva</i> Fr.	X			Formicidae - Coleóptera (Mycetophagidae)		
	<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	X			Larvas (Mycetophagidae)		
	<i>Amanita verna</i> (Bull.) Lam.	X			Larvas (Mycetophagidae)		
	<i>Amanita virosa</i> Bertill.		X		Larvas (Mycetophagidae)		
Auriscalpiaceae	<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray	X			Acari (Oribatida)		
Boletaceae	<i>Boletus rubellus</i> Krombh.		X				Larvas (Muscidae) , Acari (Podocinidae), Collembola
	<i>Frostiella russellii</i> (Frost) Murrill, Mimeo	X			Collembola		
Cantharellaceae	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	X	X		Coleóptera (Mycetophagidae) Collembola		
	<i>Cantharellus</i> sp.	X	X		Coleóptera (Mycetophagidae)		
Coprinaceae	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	X			Acari (Oribatida)		
	<i>Coprinus lagopus</i> (Fr.) Fr.	X			Acari (Oribatida)		
	<i>Coprinus plicatilis</i> (Curtis) Fr.		X		Acari (Oribatida)		
Cortinariaceae	<i>Cortinarius phoeniceus</i> (Bull.) R. Maire	X	X	Larvas (Mycetophagidae)			

Helvellaceae	<i>Helvella crispa</i> Bull.	X			Formicidae, Larvas (Mycetophili dae)		
Inocybaceae	<i>Inocybe calamistrata</i> (Fr.) Gillet	X	X		Formicidae,		
Mycenaceae	<i>Mycena epipterygia</i> (Scop.) Gray	X	X		Lepidoptera (Noctuidae)		
Russulaceae	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	X			Larvas (Mycetophili dae), Acari (Podocinida e), Coleóptera (Mycetoph gidae)		
	<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	X	X				Coleóptera (Staphilini dae) Collembol a
	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	X	X	Larvas	Larvas (Mycetophili dae), Acari (Oribatida), Collembola		Larvas (Mycetoph ilidae)
Stereaceae	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	X			Coleoptera (Mycetoph gidae)		
Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum</i> <i>commune</i> Fr.	X			Acari (Oribatida)		
Strophariaceae	<i>Deconica coprophila</i> (Bull.) P. Karst.	X			Acari (Oribatida), Larvas (Muscidae)		
	<i>Gymnopilus</i> <i>aeruginosus</i> (Peck) Singer	X			Larvas (Muscidae)		
Suillaceae	<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	X	X		Larvas (Ceratopogo nidae) Collembola		Larvas (Mycetoph ilidae)
Tricholomataceae	<i>Hygrocybe coccinea</i> (Schaeff.) P. Kumm.	X			Psocodea (Liposcelidi dae)		

	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) <i>Cooke</i>	X	X		Coleóptera (Staphylinid ae), Larvas (Mycetophili dae)		
	<i>Leucopaxillus albissimus</i> (Peck) <i>Singer</i>	X			Larvas, (Mycetophili dae)		
	<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Quél.) <i>Kotl.</i>	X			Larvas (Mycetophili dae)		

Para la elaboración de la Tabla 11 se registraron los insectos en un estereoscopio tomando fotografías correspondientes a las Ilustración 18, 19 y 20. Las imágenes corresponden a la recolección de los años 2016 y 2017.

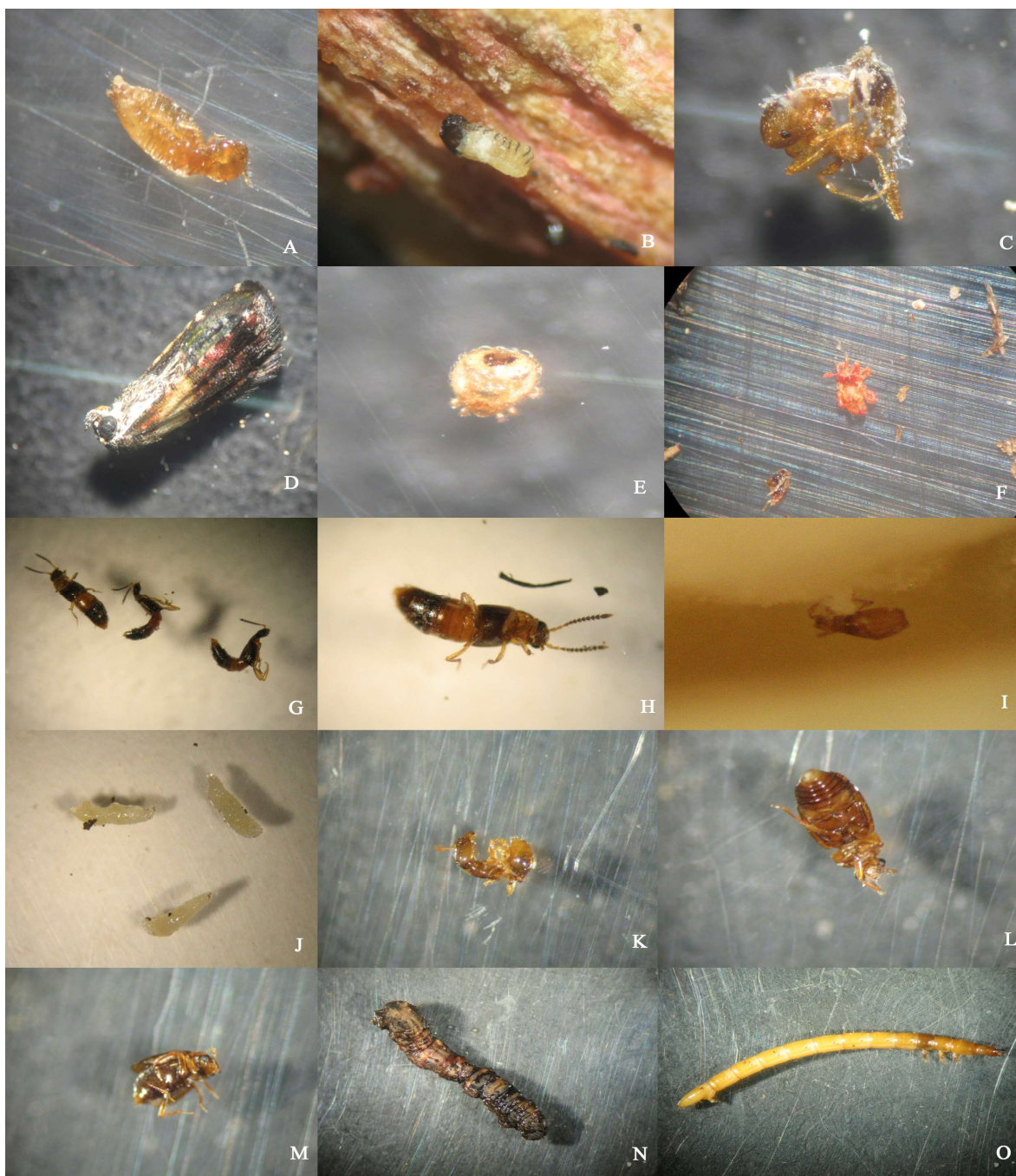


Ilustración 18 Insectos encontrados en los macromicetos observados bajo el esteroscopio.

A) Espécimen de la fam. Liposcelididae encontrado en *Hygrocybe coccinea* B) Espécimen de la fam. Mycetophilidae encontrado en *Rusulla emética* C) Espécimen de la fam. Formicidae D) Espécimen de la fam. Noctuidae E) Acaridae F) Acaridae G) Espécimen de la fam. Staphylinidae H) Especimen de la fam. Staphylinidae I) Espécimen de la fam. Staphylinidae sobre *Rusulla* J) Especímenes de Mycetophilidae en *Rusulla* sp. K) Espécimen de la fam. Formicidae L) Espécimen de la fam. Mycetophagidae M) Espécimen de la fam. Mycetophagidae N) Espécimen de la fam. Noctuidae O) Espécimen de la fam. Ceratopogonidae.



Ilustración 19 Lamina de fotografías de Insectos encontrados en los esporomas en el esteroscopio.

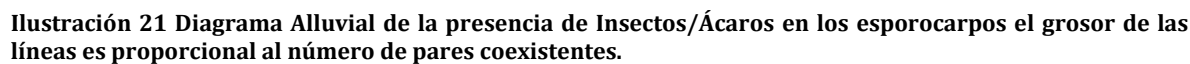
A) Espécimen de la fam. Staphylinidae B) Espécimen de la fam. Staphylinidae C) Especímenes de la fam. Mycetophilidae en Boletus sp. D) Especimen de Mycetophilidae en Lactarius sp. E) Especimen de la fam. Mycetophagidae en Lactarius sp. F) Especimen de Mycetophagidae en Lactarius sp. G) (Acaro) Especimen de la fam. Podocinidae en Boletus sp. H) Acari en Boletus sp. I) Espécimen del orden Collembola en Boletus sp. J) Espécimen de fam. Muscidae en Boletus sp. K) Acari en Lactarius sp. L) Espécimen de la fam. Mycetophagidae en Lactarius sp. M) Espécimen de la fam. Staphylinidae en Lactarius sp. N) Espécimen de la fam. Mycetophagidae en Lactarius sp. O) Espécimen de la fam. Staphylinidae.



Ilustración 20 Lamina de fotografías de Insectos encontrados en los esporomas en el esteroscopio.

A) Especímen de la fam. Muscidae B) Acari C) Especímenes del orden Collembola D) Especímen de la fam. Mycetophagidae E) Especímen de la fam. Mycetophagidae G) Especímen de la fam. Muscidae H) Especímen del orden Collembola I) Especímen de la fam. Staphylinidae J) Especímen de la fam. Formicidae K) Especímen de la fam. Mycetophilidae L) Especímen de la fam. Formicidae M) Especímen de la fam. Mycetophagidae N) (Acaro) Especímen de la fam. Podocinidae O) Especímen de la fam. Mycetophagidae.

Ilustración 21 Diagrama Alluvial de la presencia de Insectos/Ácaros en los esporocarpos el grosor de las líneas es proporcional al número de pares coexistentes.



Otra observación importante es la relación con la comestibilidad de los macromicetos y los artrópodos encontrados, en la Ilustración 22 se observa que el nodo con mayor frecuencia son los hongos comestibles.

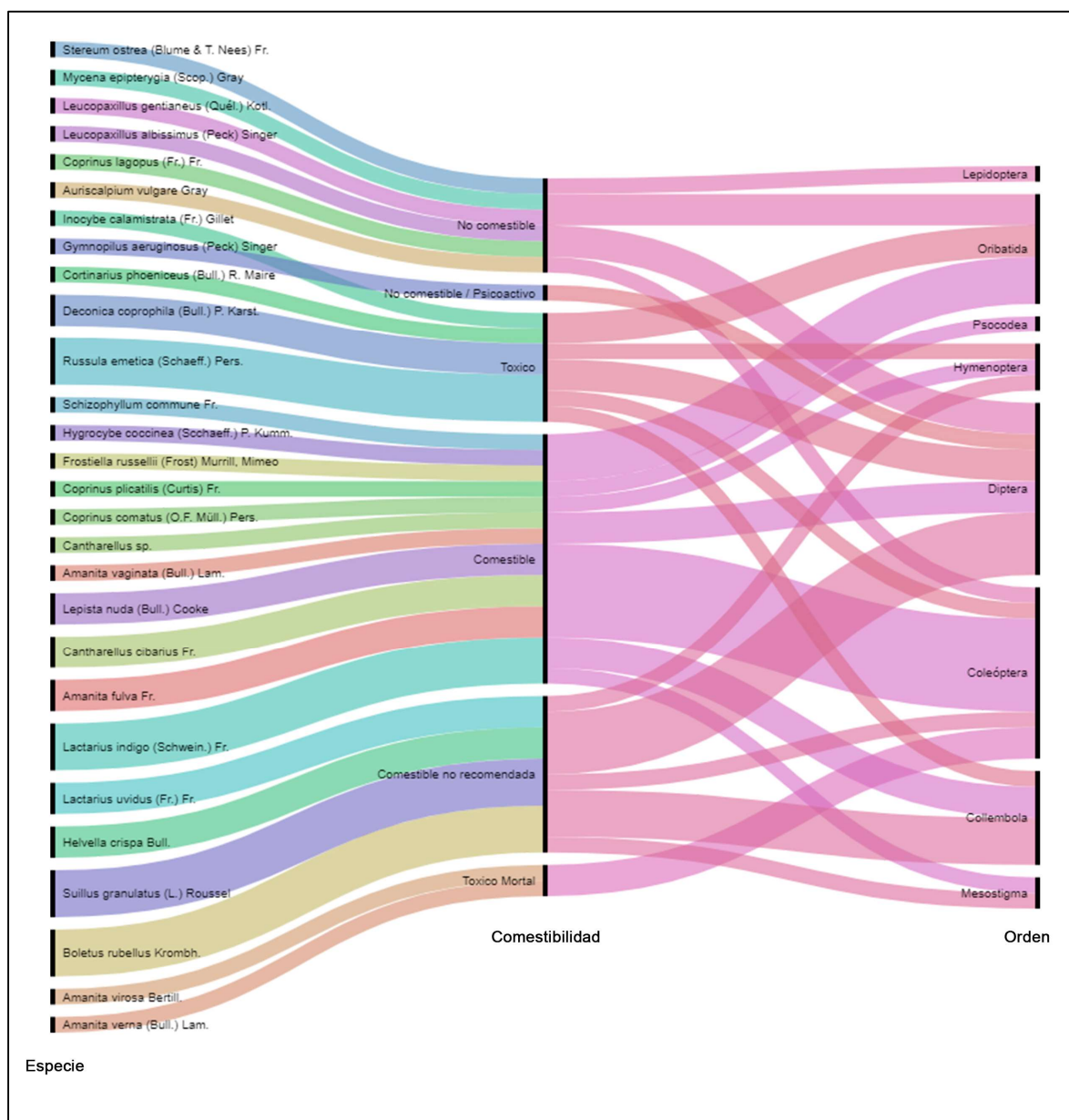


Ilustración 22 Diagrama Alluvial de la comestibilidad de los Hongos y la presencia de Insectos, el grosor de las líneas es proporcional al número de pares coexistentes.

7.4 Determinación de variables abióticas que tienen mayor relación con la presencia de macromicetos en el bosque de encino y pino.

Dentro del bosque escuela durante el año 2016 se encontraron 43 especies de macromicetos distribuidos en 17 géneros; posteriormente en 2017 al repetir la colecta durante la misma

temporada se encontraron 68 especies dentro de 25 géneros, de estos solo 14 géneros aparecieron en ambos años. En la Tabla 12 se presenta el listado de los macromicetos encontrados en campus ecológico “Bosque Escuela UANL” de Iturbide.

Tabla 12 Aparición de macromicetos por tipos de vegetación Sitio 1.

Sitio 1			
<i>Familia</i>	Especie	2016	2017
Agaricaceae	<i>Agaricus sp.</i>	P	
	<i>Lepiota sp.</i>		BP-E
	<i>Leucoagaricus rubrotinctus (Peck) Singer</i>		
	<i>Leucocoprinus fragilissimus</i>		
	<i>Lycoperdon echinatum Pers.</i>		BE-P
Amanitaceae	<i>Amanita fulva Fr.</i>	P	P
	<i>Amanita vaginata (Bull.) Lam.</i>	BP-E	BP-E
	<i>Amanita verna (Bull.) Lam.</i>		BP-E
	<i>Amanita virosa Bertill.</i>		
Amylostereaceae	<i>Artomyces pyxidatus (Pers.) Jülich</i>	BE-P	BE-P
Auriscalpiaceae	<i>Auriscalpium vulgare Gray</i>		BE-P
Boletaceae	<i>Boletus rubellus Krombh.</i>		
	<i>Cyanoboletus sp.</i>		
	<i>Frostiella russellii (Frost) Murrill, Mimeo</i>		BE-P
	<i>Strobilomyces floccopus (Vahl) P. Karst.</i>		BE-P
	<i>Cantharellus cibarius Fr.</i>	BE-P, P	BE-P
Cantharellaceae	<i>Cantharellus sp.</i>	BE-P	BE-P
	<i>Callistosporium sp. Singer</i>		BE-P
Catathelasmataceae	<i>Coprinus comatus (O.F. Müll.) Pers.</i>	BE-P	BE-P
	<i>Coprinus lagopus (Fr.) Fr.</i>		BE-P
	<i>Coprinus plicatilis (Curtis) Fr.</i>		
	<i>Cortinarius phoeniceus (Bull.) R. Maire</i>	BE-P	BE-P
Cortinariaceae	<i>Chondrostereum purpureum (Pers.)</i>	BP-E	
Cyphellaceae	<i>Dacryopinax spathularia (Schwein.) G.W. Martin</i>		BP-E
Dacrymycetaceae	<i>Entoloma lividum (Bull.) Qué!</i>	P	
Entolomataceae	<i>Geastrum saccatum Fr.</i>	BE-P	
Geastraceae	<i>Gloeophyllum sepiarium (Wulfen) P. Karst.</i>		BP-E
Gloeophyllaceae	<i>Chroogomphus vinicolor (Peck) O.K. Mill.</i>		P
Gomphidiaceae	<i>Helvella crispa Bull.</i>	BE-P	
Helvellaceae	<i>Laccaria laccata (Scop.) Cooke</i>	BE-P	BE-P
Hydnangiaceae			

Hygrophoraceae	<i>Hygrophorus coccinea</i>	P	
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus P. Karst.</i>	P	
Inocybaceae	<i>Crepidotus mollis</i>	BP-E	BP-E
	<i>Inocybe calamistrata (Fr.) Gillet</i>	BP-E	BP-E
Marasmiaceae	<i>Macrocystidia Joss.</i>		
	<i>Marasmius androsaceus (L.) Fr.</i>		BE-P
	<i>Marasmius maximus Hongo</i>		BE-P
	<i>Marasmius oreades (Bolton) Fr.</i>		BP-E
Meruliaceae	<i>Merulius incarnatus Schwein.</i>	BP-E	
Mycenaceae	<i>Mycena epipterygia (Scop.) Gray</i>	BE-P	BE-P
	<i>Xeromphalina caudicinalis (Fr.) Kühner & Maire</i>		P
Omphalotaceae	<i>Gymnopus dryophilus (Bull.) Murrill</i>	BP-E	BP-E
	<i>Gymnopus fusipes (Bull.) Gray</i>	BP-E	BP-E
Polyporaceae	<i>Coriolus versicolor (L.) Quél.</i>	BP-E	
Paxillaceae	<i>Paxillus panuoides (Fr.) Fr.</i>		
Pleurotaceae	<i>Hohenbuehelia petaloides (Bull.) Schulzer</i>		
Psathyrellaceae	<i>Coprinopsis sp.</i>		P
	<i>Psathyrella sp.</i>		
Russulaceae	<i>Lactarius indigo (Schwein.) Fr.</i>		BE-P
	<i>Lactarius uvidus (Fr.) Fr.</i>		BE-P
	<i>Russula emetica (Schaeff.) Pers.</i>	BE-P, BP-E	BE- P, BP- E
Sarcoscyphaceae	<i>Sarcoscypha occidentalis.</i>	BE-P	
Stereaceae	<i>Stereum complicatum (Fr.) Fr.</i>		P
	<i>Stereum ostrea (Blume & T. Nees) Fr.</i>	P, BP-E	P
Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune Fr.</i>		BP-E
	<i>Schizophyllum umbrinum Berk.</i>		BP-E
Strophariaceae	<i>Deconica coprophila (Bull.) P. Karst.</i>	P	P
	<i>Gymnopilus aeruginosus (Peck) Singer</i>		BP-E
	<i>Stropharia semiglobata (Batsch) Quél.</i>	P	
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma areolatum Ehrenb</i>		
Suillaceae	<i>Suillus granulatus (L.) Roussel</i>	BP-E	
Tricholomataceae	<i>Clitocybe alba (Bataille) Singer,</i>	P	
	<i>Clitocybe gibba (Pers.) P. Kumm.</i>	BP-E	
	<i>Collybia butyracea (Bull.) P. Kumm.</i>		BP-E
	<i>Hygrocybe coccinea (Schaeff.) P. Kumm.</i>	BE-P	
	<i>Lepista sordida</i>		
	<i>Lepista nuda (Bull.) Cooke</i>	P	
	<i>Leucopaxillus albissimus (Peck) Singer</i>	P	P

Leucopaxillus gentianeus	P	
Melanoleuca sp.		
Pseudoclitocybe sp.		
Resupinatus applicatus (Batsch) Gray		BP-E
Tricholoma ustale		P
Tricholoma sulphureum (Bull.) P. Kumm.	P	P
Tricholoma terreum (Schaeff.) P. Kumm.	P	

*BE-P = Bosque de Encino – Pino, P= Plantación, BP-E = Bosque de Pino – Encino.

De la misma manera se en la Tabla 13 se presenta el listado de los macromicetos por tipo de vegetación ahora en el Ejido Puerto de Reyna, del municipio de Galeana.

Tabla 13 Aparición de macromicetos por tipos de vegetación Sitio 2.

Sitio 2			
<i>Familia</i>	Especie	2016	2017
Agaricaceae	<i>Agaricus sp.</i>		BE
	<i>Lepiota</i>		BP-E, BE-P, BE
	<i>Leucoagaricus rubrotinctus (Peck) Singer</i>		BP-E, BE-P, BE
	<i>Leucocoprinus fragilissimus</i>		BP-E, BE
	<i>Lycoperdon echinatum Pers.</i>		
Amanitaceae	<i>Amanita fulva Fr.</i>		
	<i>Amanita vaginata (Bull.) Lam.</i>		
	<i>Amanita verna (Bull.) Lam.</i>		
	<i>Amanita virosa Bertill.</i>		BE
	<i>Artomyces pyxidatus (Pers.) Jülich</i>		
Amylostereaceae	<i>Auriscalpium vulgare Gray</i>		
Auriscalpiaceae	<i>Boletus rubellus Krombh.</i>		BE
	<i>Cyanoboletus sp.</i>		BE-P
	<i>Frostiella russellii (Frost) Murrill, Mimeo</i>		
	<i>Strobilomyces floccopus (Vahl) P. Karst.</i>		
	<i>Cantharellus cibarius Fr.</i>		BE
Cantharellaceae	<i>Cantharellus sp.</i>		BE
Catathelasmataceae	<i>Callistosporium sp. Singer</i>		

Coprinaceae	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	
	<i>Coprinus lagopus</i> (Fr.) Fr.	
	<i>Coprinus plicatilis</i> (Curtis) Fr.	BE-P
Cortinariaceae	<i>Cortinarius phoeniceus</i> (Bull.) R. Maire	BP-E, BE-P BE
Cyphellaceae	<i>Chondrostereum purpureum</i> (Pers.)	
Dacrymycetaceae	<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schwein.) G.W. Martin	
Entolomataceae	<i>Entoloma lividum</i> (Bull.) Quél	BP-E, BE-P BE
Geastraceae	<i>Geastrum saccatum</i> Fr.	
Gloeophyllaceae	<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen) P. Karst.	
Gomphidiaceae	<i>Chroogomphus vinicolor</i> (Peck) O.K. Mill.	
Helvellaceae	<i>Helvella crispa</i> Bull.	
Hydnangiaceae	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	BE
Hygrophoraceae	<i>Hygrophorus coccinea</i>	
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus</i> P. Karst.	
Inocybaceae	<i>Crepidotus mollis</i>	BE
	<i>Inocybe calamistrata</i> (Fr.) Gillet	BP-E, BE-P, BE
Marasmiaceae	<i>Macrocystidia</i> Joss.	BE-P
	<i>Marasmius androsaceus</i> (L.) Fr.	BE
	<i>Marasmius maximus</i> Hongo	BE
	<i>Marasmius oreades</i> (Bolton) Fr.	
Meruliaceae	<i>Merulius incarnatus</i> Schwein.	
Mycenaceae	<i>Mycena epipterygia</i> (Scop.) Gray	BP-E, BE
	<i>Xeromphalina caudicinalis</i> (Fr.) Kühner & Maire	
	<i>Xeromphalina</i> Kühner & Maire	
Omphalotaceae	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	BP-E, BE-P, BE
	<i>Gymnopus fusipes</i> (Bull.) Gray	BE-P, BE
Polyporaceae	<i>Coriolus versicolor</i> (L.) Quél.	
Paxillaceae	<i>Paxillus panuoides</i> (Fr.) Fr.	BE
Pleurotaceae	<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.) Schulzer	BE
Psathyrellaceae	<i>Coprinopsis</i> sp.	
	<i>Psathyrella</i> sp.	BE-P, BE
Russulaceae	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	
	<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	BE

	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	BE
Sarcoscyphaceae	<i>Sarcoscypha occidentalis</i> .	
Stereaceae	<i>Stereum complicatum</i> (Fr.) Fr.	
	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	
Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	
	<i>Schizophyllum umbrinum</i> Berk.	
Strophariaceae	<i>Deconica coprophila</i> (Bull.) P. Karst.	
	<i>Gymnopilus aeruginosus</i> (Peck) Singer	
	<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch) Quél.	
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb	BE
Suillaceae	<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	BP-E
Tricholomataceae	<i>Clitocybe alba</i> (Bataille) Singer,	BP-E
	<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm.	
	<i>Collybia butyracea</i> (Bull.) P. Kumm.	
	<i>Hygrocybe coccinea</i> (Schaeff.) P. Kumm.	
	<i>Lepista sordida</i>	BE-P
	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	BE-P, BE
	<i>Leucopaxillus albissimus</i> (Peck) Singer	
	<i>Leucopaxillus gentianeus</i>	
	<i>Melanoleuca</i> sp.	BP-E
	<i>Pseudoclitocybe</i> sp.	BP-E
	<i>Resupinatus applicatus</i> (Batsch) Gray	
	<i>Tricholoma ustale</i>	
	<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) P. Kumm.	
	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	

*BE = Bosque de Encino (Parcela 3), BP-E = Bosque de Pino – Encino (Parcela 1), BE-P = Bosque de Encino – Pino (Parcela 2).

Para mejorar la apreciación de los datos anteriores se agruparon los datos en un diagrama sunbrust en la Ilustración 23 donde los colores diferencian los tipos de vegetación de las familias de los macromicetos y sus especies.

En la Figura 1 se observa que el tipo de vegetación con mayor diversidad de macromicetos recolectados en el Bosque Escuela es el Bosque de Encino-Pino, también destaca la diversidad del Bosque de Encino en Puerto de Reyna.

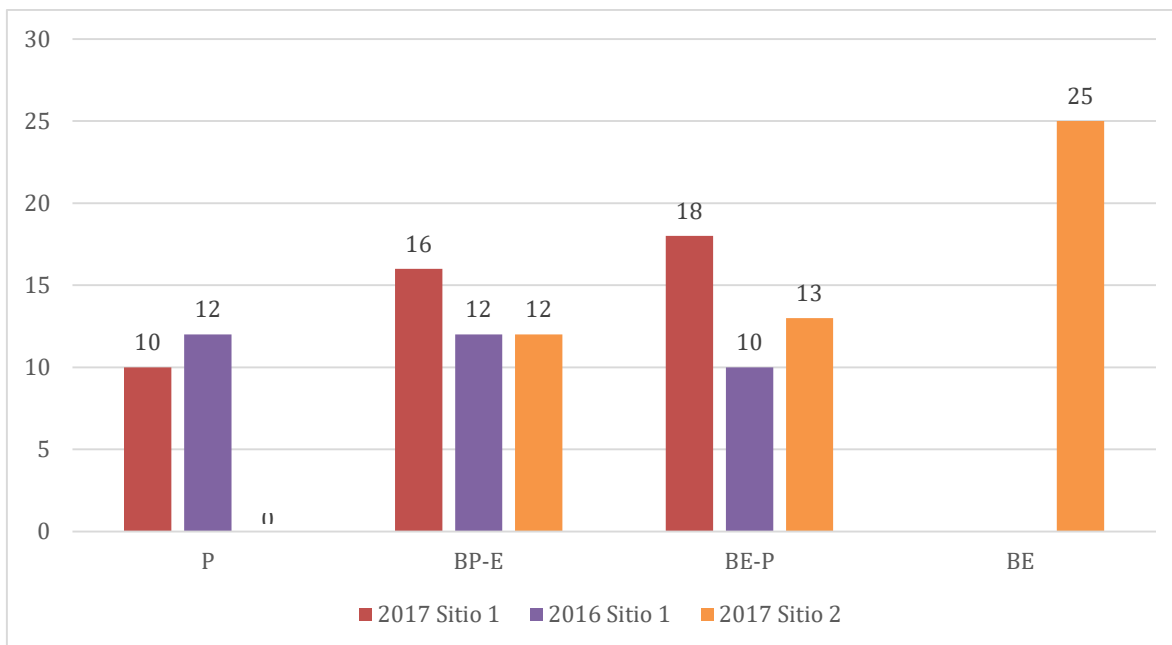


Figura 1 Diversidad de macromicetos por tipo de vegetación.

En la Figura 2 se observa una fuerte variación en la recolección del año 2017 para el sitio Bosque Escuela.

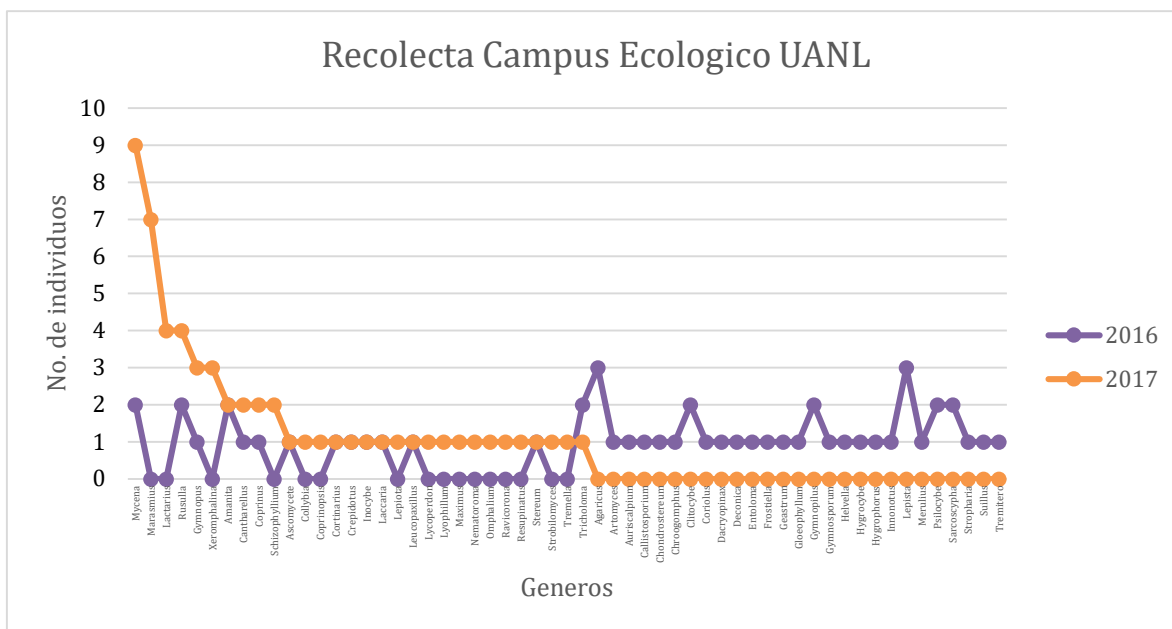


Figura 2 Sitio 1, géneros (año 2016 y 2017) dentro del Campus Ecológico UANL “Bosque Escuela”.

Durante los años de colecta existieron diferencias significativas de temperaturas y precipitación, siendo el 2016 un año con mayor estabilidad en los rangos de temperatura y con mucha precipitación a diferencia del siguiente año. En la Figura 3 y 4 se muestra el registro de ambos años.

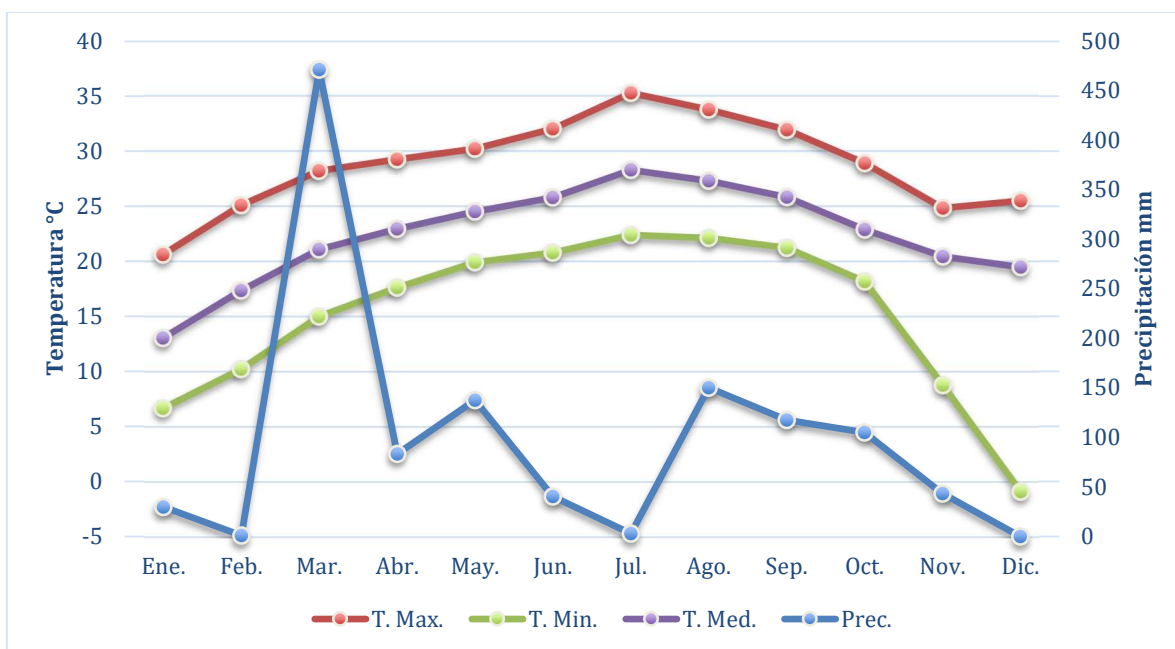


Figura 3 Temperatura y precipitación promedio del año 2016 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP
Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5".

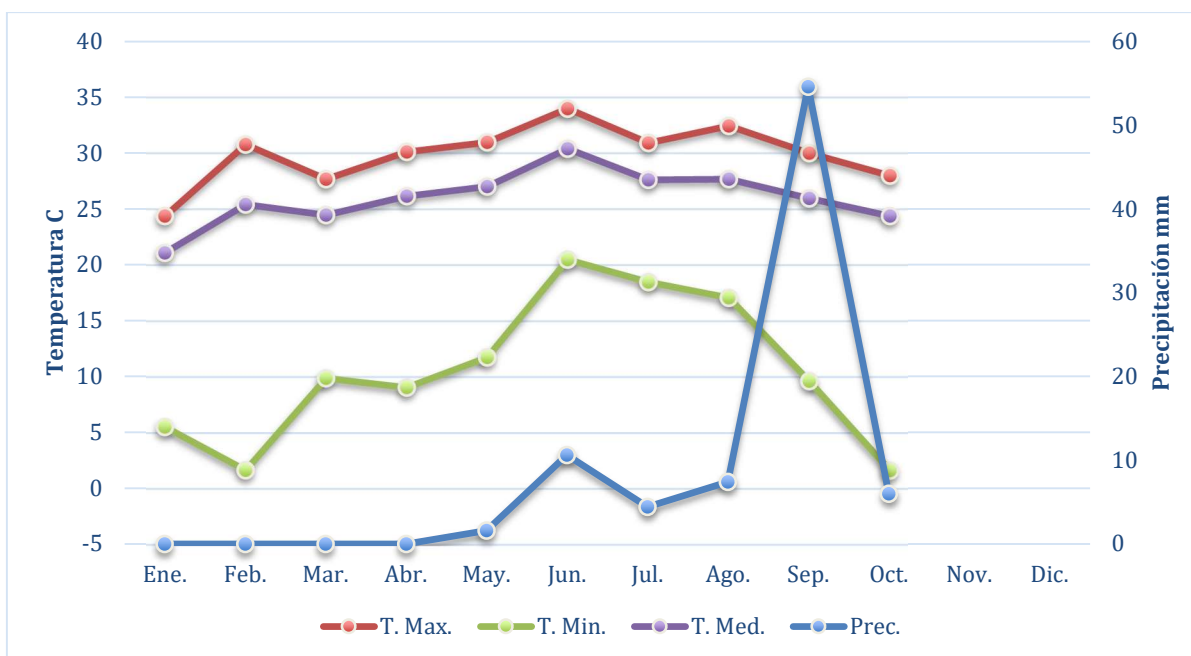


Figura 4 Temperatura y precipitación promedio del año 2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP
Latitud:24° 45' 25.2"Longitud:99° 38' 59.5".

La radiación global varía de igual manera en los 2 años de colecta, en la Figura 5 se presenta el gráfico del registro del promedio mensual.

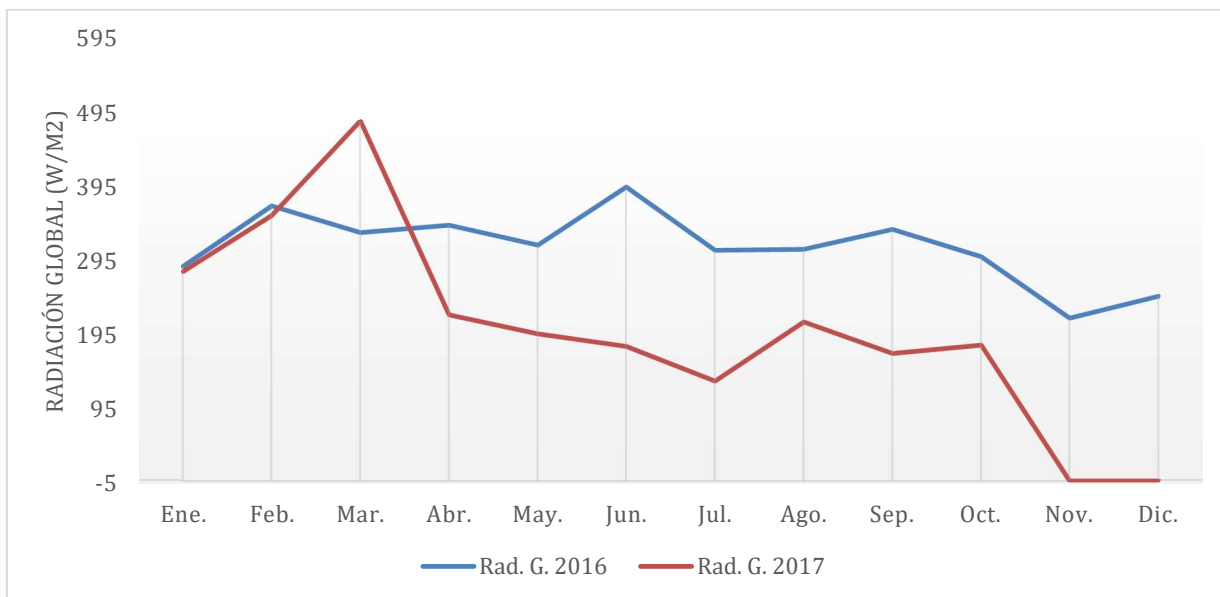


Figura 5 Radiación Global promedio comparación 2016-2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2" Longitud:99° 38' 59.5".

En la medición de la humedad relativa se observa mayor inestabilidad en el año 2017, junto a la baja cantidad de precipitación que trajo este año. La Figura 6 presenta el registro porcentual promedio mensual de ambos años.

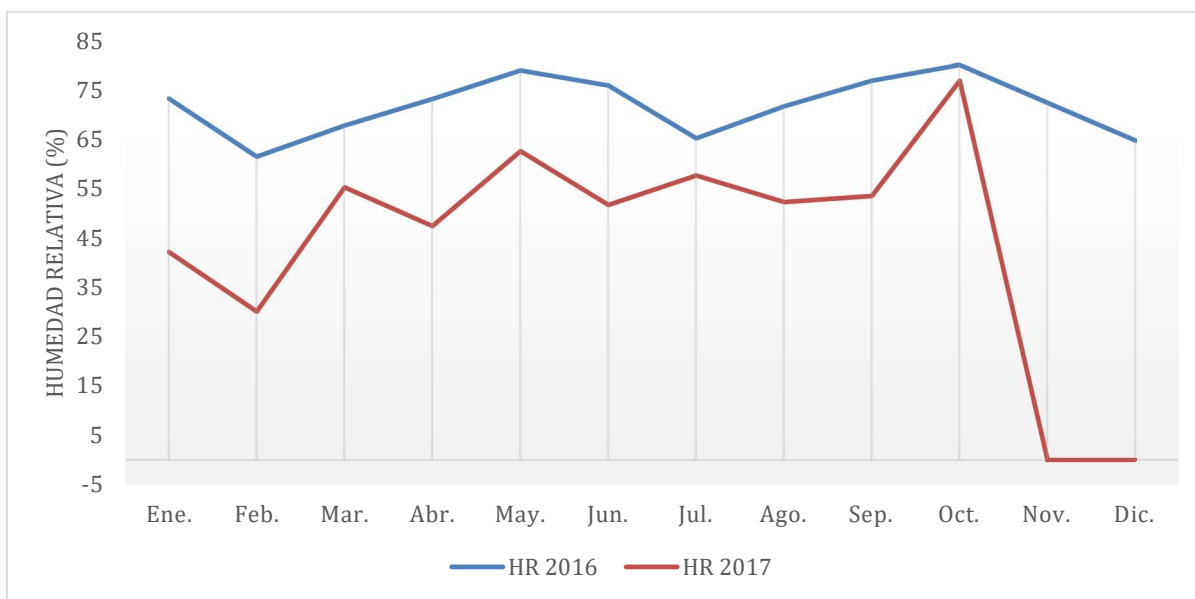


Figura 6 Comparación de Humedad Relativa en porcentaje 2016-2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2" Longitud:99° 38' 59.5"

Al igual que los demás indicadores la evotranspiración se presentó muy diferente en ambos años, de igual forma que las precipitaciones. La Figura 7 presenta el registro de la evotranspiración de referencia y potencial para el año 2016 y en la Figura 8 para el 2017.

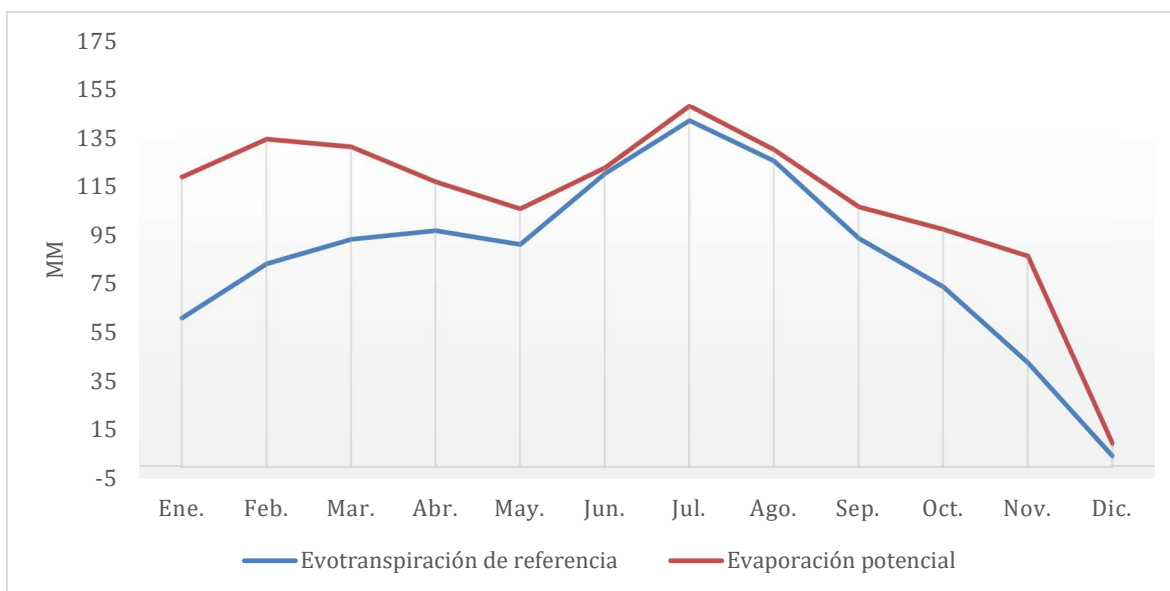


Figura 7 Comparación de Evotranspiración de referencia y Evaporación potencial en el 2016 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2" Longitud:99° 38' 59.5".

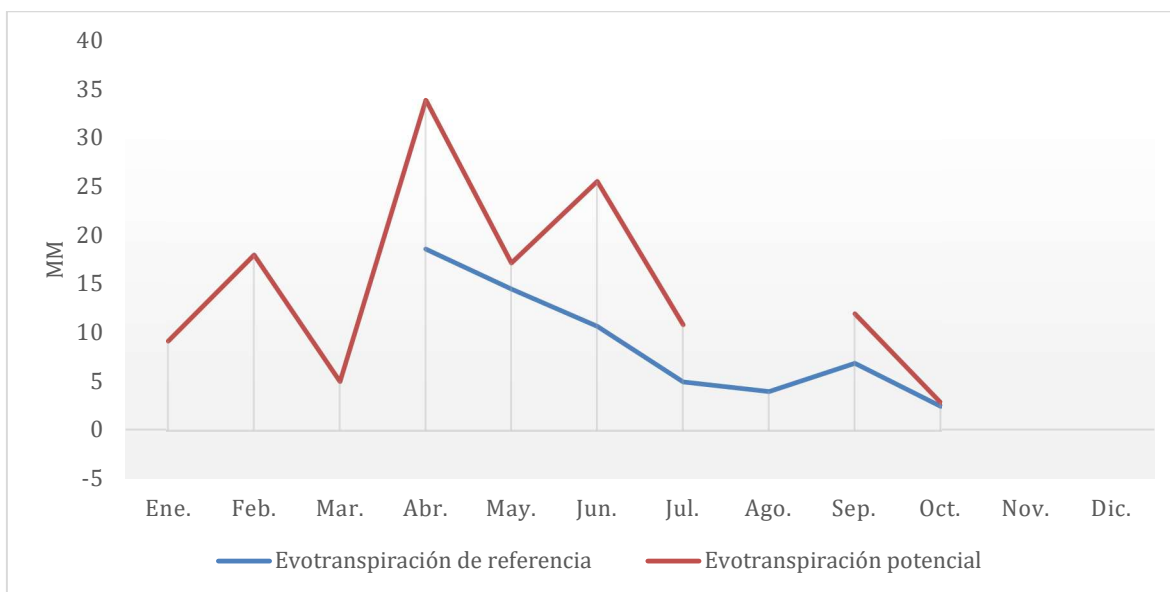


Figura 8 Comparación de Evapotranspiración de referencia y Evaporación potencial en 2017 de la estación meteorológica Altavista de INIFAP Latitud:24° 45' 25.2" Longitud:99° 38' 59.5".

7.5 Análisis del índice de Sorensen.

El análisis de Sorensen es un indicador que permite conocer la relación de similitud entre 2 variables en función de características de variables binarias (presencia – ausencia) del mismo modo responden a una disimilitud. El método está basado en los siguientes principios fundamentales: La unidad sociológica del ser vivo es analizada, la unidad empleada en el tratamiento estadístico es una especie en una población, respectivamente cada especie en cada población. La similitud entre dos poblaciones esta expresada por el cociente de similitud,

$$qs = \frac{c}{\left(\frac{a+b}{2}\right)}$$

Lo que es igual a:

$$qs = \frac{2c}{a+b}$$

Donde “a” representa a el número de especies de una población, A; b el número de especies de otra población, B; c el número de especies en común para las dos poblaciones. (Sørensen, 1948)

Para este caso los resultados de los Sitios fueron:

Tabla 14 Similitud entre parcelas del Sitio 1.

Parcelas Bosque Escuela UANL Iturbide NL	Porcentaje de Similitud
Bosque de Encino-Pino * Pino	8.00%
Bosque de Pino - Encino *Bosque de Encino - Pino	0.00%
Pino * Bosque de Pino Encino	8.33%

Tabla 15 Similitud entre parcelas del Sitio 2.

Parcelas Ejido Puerto de Reyna	Porcentaje de Similitud
Bosque de Encino - Pino * Bosque de Encino	48%
Bosque de Pino - Encino * Bosque de Encino - Pino	48%
Bosque de Pino Encino * Bosque de Encino	36%

Tabla 16 Similitud entre los sitios estudiados.

Similitud Bosque Escuela UANL Iturbide NL *	
Ejido Puerto de Reyna	41%

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Caracterización de la vegetación.

Las caracterizaciones de vegetación en los dos sitios vienen a resaltar datos interesantes, en el bosque escuela la especie con el índice de valor de importancia (IVI) más alto fue el de *Juniperus flaccida* con el 19.9% del total de las especies. Esto puede ser ocasionado por las grandes coberturas que presentó la especie sobre los sitios. Sin embargo, la presencia de *Pinus pseudostrobus* y de *Quercus* spp completan un poco el panorama inicialmente planteado de que las parcelas estaban establecidas en Bosques de Pino – Encino y Bosques de Encino – Pino. Muchas de las especies de hongos establecidas obedecen un patrón de presencia de estas especies en la vegetación (Garza, 1986). El sitio establecido en el Campus Ecológico Bosque Escuela de la UANL, ha estado en cierto grado restringido de la afectación de actividades antropocéntricas por un poco más de 35 años, el establecimiento de esta área protegida por la Universidad permitió que el predio se exentará de ganado doméstico a lo largo de sus instalaciones.

Cuando un ecosistema pierde funcionalidad y se degrada se producen cambios físicos y florísticos en la vegetación, observándose una disminución en la cobertura total (Gaitán et al., 2009). En el Sitio 2 establecido en el Ejido Puerto de Reyna, Galeana, N.L., el bosque presenta características muy similares a las del Bosque Escuela en cuanto a la estructura se refiere, los sitios se encuentran a una distancia de 11.5 kilómetros relativamente cercanos. Sin embargo, las condiciones específicas de la sierra donde se encuentra el bosque de Puerto de Reyna, probablemente lo establezcan como una zona de refugio para especies vegetales y fúngicas. Las zonas refugio se establecen por los ciclos climáticos y las glaciaciones de la edad de hielo, estos clados de temperatura permitieron en su tiempo el establecimiento de cuellos de botella que estas asociados a expansiones de las poblaciones vegetales desde un refugio ecuatorial hacia hábitats templados y contracciones de nuevo a estas zonas refugio cuando la temperatura descendía (Gadd et al., 2007). El sitio se encuentra aislado por las formaciones de la sierra madre oriental y los sitios se encuentran en una especie de valle dentro del Ejido. Considerando estos aspectos particulares del Sitio 2 se explican los hallazgos de los macromicetos únicos para este sitio. En cuanto a la caracterización de este sitio la especie con el mayor índice de valor de importancia fue *Bauhinia forficata*, resalta

pensar que esta especie sea la más abundante (50.7%), pues presentaba una gran cantidad de regeneración debido a esto mismo la dominancia de la especie fue muy baja (2.9%), esta especie en particular es consumida por rumiantes como menciona Pereira (2015) a través de la evaluación histológica y observación visual del ganado. A diferencia del Bosque Escuela, el sitio de Puerto de Reyna cuenta con frecuente pastoreo de ganado doméstico, principalmente el bovino, lo cual evidentemente afecta a la composición de la vegetación y explica en cierto grado la gran regeneración de esta especie en las parcelas de este sitio. Otra comparación favorable que podemos realizar en el Sitio de Puerto de Reyna es la presencia de *Quercus* spp. y de *Pinus pseudostrobus* con las dominancias relativas más altas (26.4% y 22.3%), que al igual que el Sitio 1, lo establece con los ecosistemas de Bosque de Encino – Pino y Bosque de Pino – Encino. En la diversidad de especies del Sitio 1 se encontraron 27 especies vegetales mientras que en el Sitio 2 solo se encontraron 23 especies. De igual manera la mayor diversidad de especies muestra una relación con resultados de los macromicetos encontrados en los sitios.

8.2 Especies de macromicetos.

De las 74 especies que se identificaron los macromicetos de: *Agaricus* sp., *Lepiota*, *Cantharellus cibarius*, *Cantharellus* sp., *Cortinarius phoeniceus*, *Entoloma lividum*, *Laccaria laccata*, *Crepidotus mollis*, *Inocybe calamistrata*, *Marasmius androsaceus*, *Marasmius maximus*, *Mycena epipterygia*, *Xeromphalina caudicinalis*, *Gymnopus dryophilus*, *Gymnopus fusipes*, *Lactarius uvidus*, *Russula emética*, *Suillus granulatus*, *Clitocybe alba* y *Lepista nuda* (20) fueron recolectadas en ambos sitios.

Las especies exclusivas del Sitio 1 (41) “Bosque Escuela” fueron: *Lycoperdon echinatum*, *Amanita fulva*, *Amanita vaginata*, *Artomyces pyxidatus*, *Auriscalpium vulgare*, *Frostiella russellii*, *Strobilomyces floccopus*, *Callistosporium* sp., *Coprinus comatus*, *Coprinus lagopus*, *Chondrostereum purpureum*, *Dacryopinax spathularia*, *Geastrum saccatum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Chroogomphus vinicolor*, *Helvella crispa*, *Hygrophorus coccinea*, *Inonotus*, *Marasmius oreades*, *Merulius incarnatus*, *Coriolus versicolor*, *Coprinopsis* sp.,

Lactarius indigo, *Sarcoscypha occidentalis*, *Stereum complicatum*, *Stereum ostrea*, *Schizophyllum commune*, *Schizophyllum umbrinum*, *Deconica coprophila*, *Gymnopilus aeruginosus*, *Stropharia semiglobata*, *Scleroderma areolatum*, *Clitocybe gibba*, *Collybia butyracea*, *Hygrocybe coccinea*, *Leucopaxillus albissimus*, *Leucopaxillus gentianeus*, *Resupinatus applicatus*, *Tricholoma ustale*, *Tricholoma sulphureum*, *Tricholoma terreum*.

Las especies exclusivas del Sitio 2 (13) “Ej. Puerto de Reyna” fueron: *Leucoagaricus rubrotinctus*, *Leucocoprinus fragilissimus*, *Amanita verna*, *Amanita virosa*, *Boletus rubellus*, *Boletellus* sp., *Coprinus plicatilis*, *Paxillus panuoides*, *Hohenbuehelia petaloides*, *Psathyrella* sp., *Lepista sordida*, *Melanoleuca* sp., *Pseudoclitocybe* sp.

La mayor diversidad encontrada en el sitio 1 se puede deber a dos razones, la primera fue el mayor número de colectas que se realizaron en el Sitio 1 en el año 2016 y 2017 como principal área de estudio de la investigación, en contraste con el establecimiento de las parcelas en el Sitio 2, ahí solo se realizó colecta de macromicetos en el año 2017, esto con la intención de establecer un contraste con los hallazgos del primer sitio. La segunda razón es que la vegetación en el sitio 1 se encuentra hasta cierto grado protegida de los daños del pastoreo, lo que pudieran afectar de manera favorable la aparición de los macromicetos al no existir pisoteo de ganado doméstico. A pesar de las diferencias los sitios comparten 20 especies algunas de estas obedeciendo a la presencia de la vegetación, esto debido a que las raíces de la mayoría de las especies en las comunidades vegetales están colonizadas por hongos simbiontes que tienden a formar micorriza, las cuales juegan un papel crítico en la asimilación de nutrientes del suelo y en consecuencia a la nutrición de la planta (Smith et al., 2008).

Dentro de lo macromicetos encontrados en el Sitio 2 resaltan *Boletellus* sp. y *Leucoagaricus rubrotinctus*. El género *Boletellus* cuenta con reporte de algunas especies en México pero la especie aquí presentada no corresponde a ninguna de las conocidas en la literatura, por lo que seguramente se trate de una nueva especie. Para estos propósitos se tomaron muestras de ADN que se analizarán para la determinación correcta de la especie. Los especímenes del Sitio 2 Ejido Puerto de Reyna se encontraban creciendo junto a *Quercus canbyi*.



Ilustración 24 Especímenes de *Boletellus* sp., encontrados en Puerto de Reyna.

8.3 Relación hongo – insectos.

Se colectó un total de 107 especímenes de macromicetos de los cuales 56 contaban con presencia de insectos, a manera de poder establecer una relación entre los hongos encontrados en los distintos tipos de ecosistemas se realizó la prueba de Chi-cuadrado, la cual se desarrolla con variables cualitativas, estas variables (presencia, ausencia) arrojaron un valor de la prueba de 107, en las cuales el 100% de las casillas esperaba un recuento menor a cinco. Con esta prueba estadística podemos definir estadísticamente una asociación entre los esporomas y la presencia de insectos con un valor de $p < 0.05$.

8.4 Relación insecto – vegetación.

Para definir si existía una diferencia en alguno de los ecosistemas donde se colectaron los esporomas con los insectos, se realizó la Prueba de Kruskal Wallis, donde se obtuvo un valor de $p \geq 0.05$, con lo que se puede diferir estadísticamente que no existe diferencia significativa

entre la aparición de los insectos en los macromicetos con los tipos de ecosistemas en donde se recolectaron.

8.5 Identificación de especies de macromicetos e insectos asociados.

La realidad es que muchos de los macromicetos que se buscan en campo tienen muy altas probabilidades de contener algún otro organismo dentro de ellos, hace falta introducirse un poco al mundo de la micología para entender que los hongos como recurso alimenticio y de refugio son muy apreciados. Una de las probables preguntas de que sucede con la interdependencia de algunas de las especies de insectos cuando las condiciones no son favorables para la fructificación de los hongos sea ¿Qué sucede con los insectos? ¿Desaparece la fructificación del hongo y desaparece el insecto? La respuesta a como la ven los ecologistas es siempre evadir las condiciones no favorables “el aquí y el ahora” – dispersión y diapausa (I. Hanski, 1989). Los insectos que presentan diapausa no son raros que utilizan los recursos que son impredecibles y temporales. Un ejemplo de esto son los insectos que se desarrollan en las semillas y conos de algunas coníferas que a menudo presentan cambios dramáticos en la disponibilidad año con año (Annala, 1982). Los insectos encontrados en esta investigación probablemente no utilicen esta estrategia debido a que en el bosque se encontraron distintos especímenes de insectos en distintos hongos, al no estar estrictamente relacionado con un hongo huésped estos pueden participar en distintas dinámicas de interacción y aprovechar mayor cantidad de recursos disponibles en el ecosistema.

Para determinar el grado de asociación entre los esporomas y los insectos es importante considerar los roles que juegan cada uno de los individuos en el ecosistema, Bruns (1984), distingue entre 4 mayores niveles tróficos de los insectos que se desarrollan en los hongos; Fungívoros primarios, fungívoros secundarios, detritívoros y depredadores. Es probable que la clasificación de Bruns, (1984) esté relacionada a la evolución de la micofagia en insectos, los detritívoros representando lo primitivo y los micofagos primarios con el hábito alimenticio más evolucionado (Hackman & Meinander, 1979). En este estudio se dificulta la

distinción de los niveles tróficos a detalle por el enfoque que se dio en la recolección esporádica de los macromicetos en buenas condiciones y especímenes que se encontraban ya en estados tempranos de descomposición, por lo que se limitara a establecer una relación estadística de la presencia de insectos en los macromicetos de los sitios de estudio. Aun así en el estado de Nuevo León no existen estudios que asocien a los insectos con los hongos por lo cual el estudio es una buena aproximación que establecerá camino a futuras investigaciones.

En la mayoría de los hongos carnosos se presentan gran cantidad de larvas, las cuales dificultan la identificación por el estado en el cual se presentan. Sin embargo, se puede asumir que la presencia de estos se debe a la función que cumplen los hongos como atrayentes de otros individuos para la dispersión de sus esporas. Muchas de las características físicas de las especies de hongos pueden estar relacionadas con el nicho ecológico que cumplen, muchas de estas características y adaptaciones enfocadas en la dispersión de las esporas (Harrington & Rizzo, 1999). Cumpliendo con las características necesarias para el desarrollo de las larvas los insectos llegan a depositar huevecillos en el fruto, se desarrollan y se empiezan a alimentar de este mientras pueden para posteriormente convertirse en adultos y llevar consigo las esporas del hongo. Una evidencia de lo anterior es el hallazgo de Hackman & Meinander, (1979) en el cual analizaron esporocarpos de *Leccinum* que contenían los suficientes recursos para el establecimiento de varios cientos huevecillos de *Pegomya*, sin embargo este insecto solo depositaba un solo huevecillo por fruto, el comportamiento del insecto no es con el objetivo de evitar la competencia de los aglomerados de larvas, sino la distribución del riesgo depositando huevos en muchos esporocarpos como le sea posible.

A diferencia del Sitio 2, se encontró mayor número de organismos dentro de los macromicetos ubicados en el Bosque Escuela posiblemente a que la aparición de estos esté ligada a frutos carnosos que puedan proveer de mayores recursos a los individuos que los habitaban. Dentro de los macromicetos que se recolectaron con organismos dentro de ellos destacan especies del género como *Amanita*, los cuales contaban con larvas dentro de varios de los especímenes recolectados, en específico podríamos hablar de *Amanita verna* la cual contiene α - amanitina, el cual es una de las toxinas del grupo de las amatoxinas más letales.

Este tipo de metabolitos desarrollados por el hongo son dañinos o tóxicos para los insectos en general, lo cual haría pensar que las larvas no pudieran subsistir en la presencia de tal compuesto, sin embargo evidencias de tolerancia a esta toxina han sido comprobadas por Jaenike, (1985) donde comprobó la tolerancia de 6 especies de *Drosophila*, 3 de las especies no micófagas no sobrevivieron siquiera una baja concentración del químico, mientras que las otras 3 especies micófagas fueron a lo mucho apenas afectadas por el compuesto.

A pesar de que la presencia de larvas (probablemente de *Drosophila*) es más frecuente en los hongos carnosos esporádicos casi como una regla, los pertenecientes al género Coleóptera presentan una tendencia a establecerse en frutos de poliporales que existen por largos periodos de tiempo (I. Hanski, 1987). En el estudio se encontraron especímenes de Coleóptera en especies fúngicas de cuerpos fructíferos esporádicos como *Cantharellus cibarius*, *Lactarius indigo* y *Lepista nuda*, con lo cual se puede descartar la presencia exclusiva estos organismos en los poliporales, donde el fruto dura mucho tiempo en buen estado. Cabe mencionar que estas especies de hongos son comestibles y su ecología está limitada a la presencia de vegetación con la cual puedan formar micorriza, por lo que su hallazgo en estos probablemente sea de carácter oportunista, aprovechando los recursos que disponen de ellos.

8.6 Determinación de variables abióticas que tienen mayor relación con la presencia de macromicetos en el bosque de encino y pino.

La medición de las variables abióticas permite identificar condicionantes en las cuales los hongos realizan fructificación, la medición de 2 años sobre el clima no es suficiente para establecer estas condiciones o espectro que permite fructificar, sin embargo se puede diferir las variables que probablemente tuvieron mayor efecto sobre los macromicetos. Durante el año 2016 los picos de precipitación ocurrieron durante el mes de marzo con una precipitación acumulada en el mes de 450 mm a diferencia del año 2017, donde el mes con mayor precipitación fue el de septiembre con tan solo un poco más de 50 mm. El año de 2017 fue un año particularmente seco con precipitaciones no mayores de los 20 mm en los meses de junio, agosto y octubre, en los demás meses con excepción de septiembre no hay registros de

precipitación. Esto en contraste con el año 2016, donde existió precipitación en todos los meses con excepción de febrero, julio y diciembre, todas estas por encima de los 20 mm de precipitación.

Junto con las lluvias presenciadas en el 2016 como se puede observar en la Figura 3 las temperaturas mínimas, medias y máximas presentan una tendencia de aumento conforme pasan los meses invierno al inicio del año y no es hasta el mes de julio que de manera estable descienden los promedios de temperatura a excepción de la temperatura mínima en el mes de diciembre, donde se llegó por debajo de los cero grados. En la Figura 4 del año 2017 se pueden observar cambios drásticos en las temperaturas, especialmente en la temperatura mínima donde en el mes de marzo se registraron temperaturas que rondaban por los 10 grados, la curva de las temperaturas mínimas no sigue un comportamiento muy apegado a las temperaturas media y máxima, esto en comparación con las temperaturas del año 2016.

Otro factor ambiental interesante para analizar es la cantidad de radiación solar que se percibió en los años 2016 y 2017, en donde el año 2017 presentó un pico de radiación en el mes de marzo con 495 w/m^2 y posterior a esto se desploman los valores hasta llegar a las lecturas del mes de octubre con 195 w/m^2 . En contraste el año 2016 mostró una radiación global más constante a través del año con el valor más alto en el mes de junio (395 w/m^2) y el valor mínimo registrado en el mes de noviembre con un valor algo mayor a los 195 w/m^2 .

Como es de esperarse a relación con las precipitaciones presentadas en el año 2016 el porcentaje de humedad relativa fue superior durante todo el año en contraste con el 2017. Los meses con mayor porcentaje de humedad para ambos años fueron mayo y octubre destacando el mes de octubre 2017 con una humedad relativa promedio del 75%, explicándose por ser el mes inmediatamente próximo a las precipitaciones de ese año, sin embargo, la cantidad de precipitación fue muy baja con respecto al 2016. Este año 2017 presentó fluctuaciones más perceptibles, partiendo del mes de febrero como el mes con menor humedad relativa (poco más del 25%) hasta llegar a octubre con el mayor porcentaje. En contraste en el 2016 no se observaron valores inferiores al 65% de humedad durante todo

el año, esto podemos explicarlo con la gran cantidad de precipitación que se manifestó durante el mismo.

Se consideró integrar las curvas de evapotranspiración dentro del estudio debido a que este indicador representa la cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas. Evidentemente estos cambios en la humedad del suelo y en la transpiración de la vegetación tendrán un efecto sobre la aparición de los macromicetos. Como era de esperarse el año 2016 presenta una estabilidad en los valores teniendo su pico más crítico en el año de julio con los valores de la evapotranspiración de referencia y evapotranspiración potencial, así mismo los valores más bajos se presentaron en el mes de diciembre. De vuelta con el año siguiente 2017 la estación meteorológica registró cambios muy drásticos sobre la evapotranspiración potencial y con la ausencia de registros en la evapotranspiración de referencia, todo esto puede ser explicado por la ausencia de precipitación en este año donde en sí, los valores ya son muy bajos no pasando de los 35 mm para la evapotranspiración potencial y casi 20 mm para la de referencia. La falta de registros de parte de la estación para el año 2017 y sus fluctuaciones tan fuertes parecen no hacer fiables los datos de evapotranspiración para este año.

8.7 Similitud de los sitios estudiados.

La similitud de los sitios parte de las apariciones de macromicetos en las zonas de estudio, de manera que la falta de registros puede haber provocado disociaciones fuertes en algunas de las parcelas (caso Bosque de Pino - Encino *Bosque de Encino – Pino en Sitio 1). Estas disonancias claramente están sesgadas del hecho que las condiciones climáticas deben de limitar la asociación de comunidades de macromicetos. Es evidente que al encontrarse las parcelas muy cerca entre si y compartir gran cantidad de individuos vegetales la captura de los datos limita una relación en la que seguramente muchas de las especies que aparecen en la parcela de BP-E y BE-P compartan el mismo micelio bajo el suelo.

A pesar de lo antes mencionado, al evaluar las comunidades desde una región: la vegetación, las condiciones climáticas y la geografía de los sitios encontramos que existe un 48% de

similitud entre el Campus Ecológico Bosque Escuela UANL y el Ejido Puerto de Reyna. No sorprende el resultado considerando que en el Ejido Puerto de Reyna se encontraron varias especies de características exóticas (ej. caso *Cyanoboletus*), donde al encontrarse en un valle la misma región fungió como zona refugio de estas especies.

IX. CONCLUSIONES

Dentro del estudio se comprueba estadísticamente una asociación entre los esporomas y la presencia de insectos con un valor de $p < 0.05$.

La aparición de las fructificaciones de los hongos se relaciona con el tipo de vegetación en donde se encuentran, los disturbios antropocéntricos y los cambios climatológicos a través de los años. El bosque de encinos del Ejido Puerto de Reyna fue el que mayor diversidad de macromicetos presentó (25) debido al alto grado de dominancia de *Quercus* spp en el sitio. Esta área cuenta con actividad ganadera de silvopastoreo afectando la composición de la vegetación.

En contraste la plantación de pino del Campus Ecológico “Bosque Escuela” presentó la menor diversidad estando relacionado a la edad del establecimiento de la plantación.

Las familias de los macromicetos encontrados fueron: Agaricaceae, Amanitaceae, Amylostereaceae, Auriscalpiaceae, Boletaceae, Cantharellaceae, Catathelasmataceae, Coprinaceae, Cortinariaceae, Cyphellaceae, Dacrymycetaceae, Entolomataceae, Geastraceae, Gloeophyllaceae, Gomphidiaceae, Helvellaceae, Hydangiaceae, Hygrophoraceae, Hymenochaetaceae, Inocybaceae, Marasmiaceae, Meruliaceae, Mycenaceae, Omphalotaceae, Polyporaceae, Paxillaceae, Pleurotaceae, Psathyrellaceae, Russulaceae, Sarcoscyphaceae, Stereaceae, Schizophyllaceae, Strophariaceae, Sclerodermataceae, Suillaceae, Tricholomataceae.

La familia Tricholomateace fue la más abundante con 14 especies repartidas en 9 géneros con la mayoría de los especímenes encontrados en la plantación de pino y bosques de encino – pino. El macromiceto con mayor diversidad de insectos fue *Russula emetica* presentando individuos de Larvas (Diptera), Thysanoptera, así como individuos pertenecientes a Acari, que a pesar de no ser insectos, aparecieron frecuentemente en los macromicetos. Se puede

decir que la aparición de estos organismos en los macromicetos fueron de carácter oportunista aprovechando la disponibilidad del recurso (I. Hanski, 1989).

Las condiciones de poca precipitación en el año 2017 se manifestaron en la baja diversidad de colecta de macromicetos y la aparición de insectos en ellos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Calderón, O., & Jiménez-Pérez, J. (2011). Evaluación del Contenido de Carbono en Bosques del Sur de Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(6), 73–84. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v2n6/v2n6a7.pdf>
- Annala, E. (1982). Diapause and population fluctuations in *Megastigmus specularis* Walley and *Megastigmus spermatrophus* Wachtl. (Hymenoptera, Torymidae). *Annales Entomologici Fennici*, 48(2), 33–36.
- Barras, J. (1972). *Reduction of Progeny and Development in the Southern*. 1295–1299.
- Bässler, C., Müller, J., Dziöck, F., & Brandl, R. (2010). Effects of resource availability and climate on the diversity of wood-decaying fungi. *Journal of Ecology*, 98(4), 822–832. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01669.x>
- Beaver, R. A. (1979). Host specificity of temperate and tropical animals. In *Nature* (Vol. 281, Issue 5727, pp. 139–141). <https://doi.org/10.1038/281139a0>
- Beaver, R. A. (1989). Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. *Insect-Fungus Interactions*, 121–143.
- Bonfante, P., & Genre, A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant - Fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, 1(4), 1–11. <https://doi.org/10.1038/ncomms1046>
- Bridges, J. R., & Norris, D. M. (1977). Inhibition of reproduction of *Xyleborus ferrugineus* by ascorbic acid and related chemicals. *Journal of Insect Physiology*, 23(4), 497–501. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(77\)90260-8](https://doi.org/10.1016/0022-1910(77)90260-8)
- Bruns, T. D. (1984). Insect mycophagy in the Boletales: fungivore diversity and the mushroom habitat. In Q. D. W. and M. Blackwell (Ed.), *Fungus-Insect Relationships, Perspectives in Ecology and Evolution* (pp. 91–129). Columbia Univ. Press, New

York.

- Castillo-Guevara, C., Lara, C., & Pérez, G. (2012). Micofagia por roedores en un bosque templado del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3), 772–777. <https://doi.org/10.7550/rmb.27445>
- Cerda L., J., & Villarroel Del P., L. (2007). Interpretación del test de Chi-cuadrado (X²) en investigación pediátrica. *Revista Chilena de Pediatría*, 78(4), 414–417. <https://doi.org/10.4067/s0370-41062007000400010>
- Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento Actual de La Biodiversidad, I*, 87–108.
- Currah, R. S., Sigler, L., & Hambleton, S. (1987). New records and new taxa of fungi from the mycorrhizae of terrestrial orchids of Alberta. *Canadian Journal of Botany*, 65(12), 2473–2482. <https://doi.org/10.1139/b87-336>
- Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. (1992). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana*, 1(1), 1–10. <http://www.forest.ula.ve/rforibam/archivos/DOC2.pdf>
- de los Ríos-Carrasco, E., De Hoogh, R., & Návar-Cháidez, J. (2008). Ensayos de especies con pinos piñoneros en el nordeste de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 14(2), 97–104.
- Dighton, J. (2003). *Fungi in Ecosystem Processes*. <https://doi.org/10.1201/9780203911440>
- Fergus, C. L., & Fergus, C. (2003). *Common Edible and Poisonous Mushrooms of the Northeast*. www.stackpolebooks.com
- Flores Cavada, E., Carrillo Parra, A., Wehenkel, C. A., Garza Ocañas, F., & Hernández Díaz, J. C. (2018). Diversidad de macromicetos en bosques de pino en el municipio Madera, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.240>
- Gadd, G. M., Watkinson, S. C., & Dyer, P. (2007). *Fungi in the Enviroment*.
- Gaitán, J. J., López, C. R., & Bran, D. E. (2009). *En La Estepa Patagónica*. 27(2), 261–270.
- Gange, A. C., Gange, E. G., Mohammad, A. B., & Boddy, L. (2011). Host shifts in fungi caused by climate change? *Fungal Ecology*, 4(2), 184–190. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2010.09.004>

- García Navarro, A. (2001a). *Calcisoles*. Base Mundial de Referencia Para Los Recursos Edáficos. Diferenciación de Grupos. Clave 1.
- García Navarro, A. (2001b). *Leptosoles*. Base Mundial de Referencia Para Los Recursos Edáficos. Diferenciación de Grupos. Clave 1.
- García Navarro, A. (2001c). *Luvisoles*. Base Mundial de Referencia Para Los Recursos Edáficos. Diferenciación de Grupos. Clave 1.
- Garza, F. (1986). Hongos Ectomicorricicos en el Estado de Nuevo León. *Revista Mexicana de Micologia*, 2, 197–205.
- Hackman, W., & Meinander, M. (1979). Diptera feeding as larvae on macrofungi in Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 16(1), 50–83.
- Hanlin, R. T. (2004). Mushrooms of West Virginia and the Central Appalachians (review). *Native Plants Journal*. <https://doi.org/10.1353/npj.2005.0006>
- Hanski, I. (1989). Fungivory: Fungi, Insects and Ecology. In *Insect-fungus Interactions*. The Royal Entomological Society of London. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-751800-8.50008-2>
- Hanski, Ilkka. (1987). Nutritional ecology of dung- and carrion-feeding insects. In *Nutritional Ecology of Insects, mites and spiders* (pp. 837–884).
- Harley, J. L. (1989). The significance of mycorrhiza. *Mycological Research*, 92(2), 129–139. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(89\)80001-2](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(89)80001-2)
- Harrington, T. J., & Rizzo, D. M. (1999). Defining species in the fungi. *Structure and Dynamics of Fungal Populations*, 348. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4423-0_3
- Hervey, a, & Nair, M. S. (1979). Antibiotic metabolite of a fungus cultivated by gardening ants. *Mycologia*, 71(5), 1064–1066. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/575666>
- Hofstetter, R., Dempsey, T., Klepzig, K., & Ayres, M. (2007). Temperature-dependent effects on mutualistic, antagonistic, and commensalistic interactions among insects, fungi and mites. *Community Ecology*, 8(1), 47–56. <https://doi.org/10.1556/ComEc.8.2007.1.7>
- Hongos de la Tierra Declaración de Córdoba, 6 (2007).
- IBM Corp. (2016). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. In 2016.
- Ihering, H. von. (1898). Die Anlage neuer Colonien und Pilzgarten bei *Atta sexdens*. *Zoologischer Anzeiger*, 238–245.

- Index Fungorum*. (n.d.). <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- INEGI. (2005). Guía para la Interpretación de Cartografía Climatológica. *Guía Para La Interpretación de Cartografía Climatológica*, 21–33.
- INEGI. (2009). *Prontuario de Información Geográfica Municipal*.
- INEGI. (2014). Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, escala 1:250,000, Serie II. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.*, 1–5.
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/eda250s2gw>
- IUUS Working Group WRB. (2015). Base Referencial Mundial del recurso del suelo 2014. *In Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelo 106*.
- Jaenike, J. (1985). Parasite Pressure and the Evolution of Amanitin Tolerance in *Drosophila*. *Evolution*, 39(6), 1295–1301. <https://doi.org/10.2307/2408786>
- Johnston, I. (2017). These perfectly preserved mushrooms are 99 million years old. *The Independent*. <http://www.independent.co.uk/news/science/mushrooms-millions-years-old-discovery-burma-myanmar-preserved-amber-a7633206.html>
- Kaufmann, R. K., Zhou, L., Myneni, R. B., Tucker, C. J., Slayback, D., Shabanov, N. V., & Pinzon, J. (2003). The effect of vegetation on surface temperature: A statistical analysis of NDVI and climate data. *Geophysical Research Letters*, 30(22), 3–6.
<https://doi.org/10.1029/2003GL018251>
- Kauserud, H., Heegaard, E., Semenov, M. A., Boddy, L., Halvorsen, R., Stige, L. C., Sparks, T. H., Gange, A. C., & Stenseth, N. C. (2010). Climate change and spring-fruited fungi. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1685), 1169–1177. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1537>
- Köppen, W. (1918). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 64, 193–203.
- Kunth, C. S., von Humboldt, A., & Bonpland, A. (1823). *Synopsis Plantarum quas in Itinere ad Plagam Aequinoctialem Orbis Novi Collegerum Al. Humboldt et Am. Bonpland*. (Vol I).
- Marks, G. C. (2012). *Ectomycorrhizae: Their Ecology and Physiology*. Elsevier Science.
<https://books.google.com.mx/books?id=SVPpx40FS6QC>

- Márquez Luna, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, 385–408.
- Maser, C., Claridge, A. W., Trappe, J. M., & Krebs, C. J. (2008). Trees, truffles, and beasts: How forests function. In *Trees, Truffles, and Beasts: How Forests Function*.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84906443805&partnerID=40&md5=e8642af9191c1586a18501410f11c2ab>
- Maser, C., Maser, Z., & Molina, R. (1988). Small-mammal mycophagy in rangelands of central and southeastern Oregon. *Journal of Range Management*, 41(4), 309–312.
<http://www.jstor.org/stable/10.2307/3899385>
- Miller, K., Jenkins, D., & Dervy, P. (1986). Mycorrhizal Synthesis of *Amanita muscaria* var. *persicina* with Hard Pine. *Mycotaxon*, 26.
- Mueller, U. G., & Gerardo, N. (2002). Fungus-farming insects: Multiple origins and diverse evolutionary histories. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(24), 15247–15249. <https://doi.org/10.1073/pnas.242594799>
- Mycobank*. (n.d.). <http://www.mycobank.org/>
- Návar-Cháidez, J. de J. (2010). Los bosques templados del estado de Nuevo León : el manejo sustentable para bienes y servicios ambientales The temperate forest of the state of Nuevo León : sustainable. *Madera y Bosque*, 16(1), 51–69.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.028>; Návar, J., Volume component equations for tree species and biomass expansion factors for temperate forests of northwestern Mexico En Prensa en Western Journal of Applied Forestry, p. 2010; Návar, J., Biomass component equations for Latin American species and groups of species (2009) *Annals of Forest Science*, 66, pp. 208-216; Návar, J., Taper functions and merchantable timber for temperate forests in northern Mexico Inédito, 2010; Newnham, R.M., Variable-form taper
- Ostry N.A.; O'Brien, J.G., M. E. . A. (2010). Field guide to common macrofungi in eastern forests and their ecosystem functions. *USDA Forest Service Northern Research Station General Technidal Report, NRS-79*, 1–90. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-79>
- Pereira, m. J. H. (2015). *Potencial forrajero de la vegetación del bosque húmedo tropical como un sistema silvopastoril en la región de barlovento del estado miranda* (vol.

- 1887). Universidad central de venezuela.
- Qiuxin (Florence) Wu, Barbara M. Thiers, D. H. P. (2004). PREPARATION, PRESERVATION, AND USE OF FUNGAL SPECIMENS IN HERBARIA. *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*, 24–35. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.27.122001.083444>
- Quiñónez-Martínez, M., Lebgue Keleng, T., Lavín-Murcio, P., & Bernal-Carrillo, S. (2013). Influencia del disturbio en la riqueza de hongos ectomicorrizógenos en los bosques de Chihuahua. *Ciencia En La Frontera*, XI, 9–16.
- Region, U. S. F. S. E. (1980). *Root Characteristics of Some Important Trees of Eastern Forests: A Summary of the Literature*. Eastern Region, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. <https://books.google.com.mx/books?id=oLiRG-38UN8C>
- Reid, N., Marroquín, J., & Beyer-Münzel, P. (1990). Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 36(1), 61–79. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(90\)90064-I](https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90064-I)
- Repetto Giavelli, F. (2012). Análisis de la regeneración natural de la vegetación en taludes de caminos de la Ruta Y-85 , Parque Karukinka, Tierra del Fuego Chile. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 40(2), 55–65. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2012000200005>
- Rodrigo, J. A. (2016). *Kruskal-Wallis test*. https://rpubs.com/Joaquin_AR/219504
- Singer, R., & Guzman, G. (1978). Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes. *Mycologia*. <https://doi.org/10.2307/3759048>
- Smith, S. E., Read, D. J., Kiers, E. T., Duhamel, M., Beesetty, Y., Mensah, J. A., Franken, O., Verbruggen, E., Fellbaum, C. R., Kowalchuk, G. A., Hart, M. M., Bago, A., Palmer, T. M., West, S. A., Vandenkoornhuyse, P., Jansa, J., & Bücking, H. (2008). Mycorrhizal Symbiosis. In *Soil Science Society of America Journal* (Vol. 137). <https://doi.org/10.1097/00010694-198403000-00011>
- Sørensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity. *Kong. Dansk. Vidensk. Selsk. Biol. Skr.*, 5(4), 1–34.
- Soudzilovskaia, N. A., Douma, J. C., Akhmetzhanova, A. A., van Bodegom, P. M., Cornwell, W. K., Moens, E. J., Treseder, K. K., Tibbett, M., Wang, Y. P., &

- Cornelissen, J. H. C. (2015). Global patterns of plant root colonization intensity by mycorrhizal fungi explained by climate and soil chemistry. *Global Ecology and Biogeography*, 24(3), 371–382. <https://doi.org/10.1111/geb.12272>
- Stamets, P. (2005). Mycelium Running How mushrooms can help save the world. In *Mycelium running: How mushrooms can help save the world*.
- Sturgeon, W. E. (2018). *Appalachian Mushrooms: A Field Guide*. Ohio University Press. <https://books.google.com.mx/books?id=NHhyDwAAQBAJ>
- Ungerer, M. J., Ayres, M. P., & Lombardero, M. J. (1999). Climate and the northern distribution limits of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Biogeography*, 26(6), 1133–1145. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00363.x>
- Vargas, L. B. (1999). *Caracterización de la productividad y estructura de Pinus hartwegii Lindl en tres gradientes altitudinales en el cerro Potosí, Galeana, Nuevo León*. UANL.